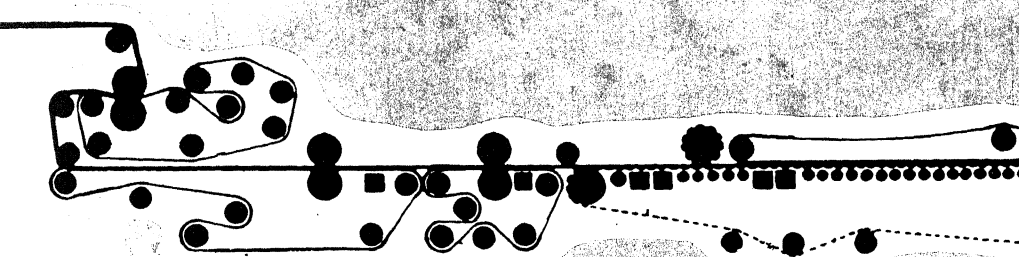
कागद



कागद

कागद

बापूराव नाईक

१९८२
महाराष्ट्र राज्य साहित्य संस्कृती मंडळ
मुंबई

किंमत : रुपये ३६.००

वेष्टन : मीना नाईक

प्रकाशक :
सचिव
महाराष्ट्र राज्य साहित्य संस्कृती मंडळ
मुंबई ४०० ०३२

मुद्रक :
अरूण नाईक
अक्षर प्रतिरूप प्रा. लि.
४२ आंबेकर मार्ग, मुंबई ४०० ०३१

श्रीयुत यशवंत गोपाळ तथा
दादा जोशी यांस
सादर अर्पण

निवेदन

मराठी भाषेला आणि साहित्याला आधुनिक ज्ञानविज्ञानाच्या व आधुनिक सांस्कृतिक मूल्यांच्या आविष्काराचे सामर्थ्य प्राप्त व्हावे, आधुनिक शास्त्रे, ज्ञानविज्ञाने तंत्र आणि अभियांत्रिकी, त्याचप्रमाणे भारतीय प्राचीन संस्कृती, इतिहास, कला इत्यादी विषयांत मराठी भाषेला सर्वच स्तरांवर ज्ञानदान करण्याचे सामर्थ्य प्राप्त व्हावे, विविध विद्या व कलाविषयक उत्कृष्ट ग्रंथांची निर्मिती करून मराठी भाषेल जगात उच्चस्थान मिळवून द्यावे या उद्देशाने महाराष्ट्र राज्य साहित्य संस्कृती मंडळाने बहुविध वाङ्मयीन व सांस्कृतिक कार्यक्रम आखला आहे. व तो व्यवस्थितपणे कार्यवाहीत आणण्याकरिता तसेच वाङ्मय, ललितकला, समाजविज्ञान, विज्ञान, इतिहास इत्यादी विषयांवरील प्रकल्प साकार करण्याकरिता, तसेच मराठी वाङ्मय-कोश व शब्दकोश इत्यादी योजनांचे नियंत्रण व मार्गदर्शन करण्यासाठी मंडळाने विविध उपसमित्या पण स्थापन केल्या आहेत.

उत्कृष्ट ग्रंथांच्या निर्मितीबरोबरच सर्वसामान्य माणसाला उपयुक्त होतील अशी काही पुस्तके प्रकाशित करणेही आवश्यक आहे असे मंडळाला वाटते. ज्ञानाची ही आवड देशाच्या कानाकोपऱ्यातल्या खेड्यापाड्यापर्यंत पोहोचली पाहिजे हे मंडळाचे धोरण आहे. त्यादृष्टीने मंडळाच्या विज्ञान समितीतर्फे पहिला उपक्रम म्हणून सर्व-सामान्य लोकांसाठी विज्ञानविषयक पुस्तके लिहून घेण्याचे ठरविण्यात आले. ही पुस्तके सामान्य जनामध्ये वैज्ञानिक दृष्टीकोन निर्माण व्हावा. त्यांच्या दैनंदिन जीवनात घडणाऱ्या घटना व संबंधात येणाऱ्या वैज्ञानिक गोष्टींची सहज सोप्या भाषेत त्यांना ओळख करून देण्यात यावी आणि विज्ञान रंजक व वाचनीय पद्धतीने त्यांना उपलब्ध करून देण्यात यावे या उद्देशांवर आधारित असावीत. शहरी भाषां-बरोबर खास करून ग्रामीण भागात ही पुस्तके पोहोचली पाहिजेत अशी या मंडळाची धारणा आहे. यासाठी मंडळाने प्राणीसृष्टीतील नवल, आनुवंशिकी, शेतकऱ्याचे जीवन उजळून टाकणारा गोबर गॅस, आपला सूर्य, अणुशक्ती आणि अण्वस्त्रे यांचा

परस्पर संबंध, जीवनरक्षके (अँटिबायोटिक्स), निसर्ग आणि वनस्पती, कापडावरील विविध प्रक्रिया या दैनंदिन व्यवहारातील विज्ञान इत्यादी विविध विषयांवर पुस्तके प्रकाशित करण्याचे योजिलेले आहे.

मंडळाच्या या धोरणानुसार विज्ञानाचाच एक भाग म्हणून विविध उद्योगांवरील पुस्तके प्रकाशित करण्याचे ठरविले आहे आतापर्यंत या मालिकेत श्री शं. गो. भिडे लिखित 'यंत्रकाम', कै. न. यो. देवधर लिखित 'वस्त्रोद्योग', डॉ. घारपुरे लिखित 'सिमेंट', श्री. प. म. बर्वे लिखित 'साखर', श्री. वि. ना. लिमये लिखित 'पुस्तक बांधणी' या पुस्तकांचे प्रकाशन झाले असून श्री. बापूराव नाईक लिखित 'देवनागरी मुद्राक्षरलेखनकला' हे पुस्तक प्रकाशनाच्या वाटेवर आहे.

ज्ञान-विज्ञानाच्या प्रसाराची प्राचीन पद्धत म्हणजे कोणतीही माहिती मुखोद्गत करणे. परंतु यानंतर जसजसे शोध लागत गेले तसा हा प्रसार शिलालेख, धातूचे पत्रे, मातीच्या विटा यावर लिहून करण्यात येत होता. परंतु या वस्तुंच्या जडपणामुळे या ज्ञानाचा प्रसार करणे शक्य होत नव्हते. म्हणून चामड्यावर लिहिण्यास सुरुवात झाली. परंतु ते अत्यंत खर्चिक होते. ज्ञान-विज्ञानाच्या प्रसाराची आवश्यकता लक्षात घेऊन निरनिराळे प्रयोग करण्यात आले व त्यातच कागदाचा शोध लागला. कागदामुळे खर्च कमी होण्यास तसेच ज्ञानाचा प्रसार होण्यास सुलभ झाले. या कागदाची निर्मिती कशी करण्यात येते याबाबत सर्वांगिण माहिती मराठी वाचकांना मातृभाषेत उपलब्ध व्हावी म्हणून मंडळाने विज्ञानमालेत 'कागद' या पुस्तकाचे प्रकाशन करण्याचे ठरविले व त्यानुसार श्री. बापूराव नाईक यांनी लिहिलेल्या या पुस्तकाचे प्रकाशन मंडळातर्फे करून वाचकांना सादर करण्यात आम्हांस अत्यंत आनंद होत आहे.

मुंबई,
फाल्गुन ३, शके १९०३
२२ फेब्रुवारी, १९८२

सुरेंद्र बारलिंगे
अध्यक्ष
महाराष्ट्र राज्य साहित्य संस्कृती मंडळ

अनुक्रमणिका

आकृत्यांची यादी

उपोद्घात

कागदाच्या निर्मितीविषयी इंग्रजी भाषेत विपुल वाङ्मय आहे. परंतु मराठीत एकही पुस्तक नव्हते. त्याकरता निव्वळ मराठी जाणणाऱ्या लोकांकरता 'कागद' हे पुस्तक मी लिहिले. ते १९४२ साली प्रसिद्ध झाले.

'कागदाचा इतिहास' या नावाचा एक लेख मी तयार केला. हा लेख नव्हेंबर १९३९च्या 'चित्रमय जगत्' मध्ये श्री. देवगीरीकरांनी छापला आणि पुढे लिहिण्यास प्रोत्साहन दिले.

मी पुढे दोन-तीन लेख लिहून आटोपते घेणार होतो. परंतु बऱ्याच लोकांना हा उपक्रम पसंत पडून त्यांनी मला पत्रे पाठवून उत्तेजन दिले आणि विस्तृत लिहिण्याची विनंती केली. मुंबई युनिव्हर्सिटीच्या ग्रंथसंग्रहालयात मला कागदावरील एक दुर्मिळ पुस्तक सापडले. त्यात हिन्दुस्थानातील हातकागदाचा इतिहास दिला होता. त्याचा उपयोग मी शेवटच्या लेखात केला. तो नवा, मनोरंजक व उपयुक्त होता. त्यामुळे मुंबई युनिव्हर्सिटी लायब्ररीचे ग्रंथपाल डॉ. पु. म. जोशी यांनी "कागद" पुस्तक शक्य तर छापण्याबद्दल सांगून विश्वविद्यालयाच्या लायब्ररीचा मला उपयोग करू दिला.

कोणत्याही शास्त्रीय विषयावर पुस्तक लिहायचे म्हणजे प्रथम पारिभाषिक शब्दांची अडचण भासते. ती अडचण मला महाराष्ट्र साहित्य-पारिषदेच्या परिभाषा मंडळाच्या सहकार्यामुळे भासली नाही. प्रस्तुत मंडळाचे उत्साही कार्यवाह कै. ढवळे ह्यांना मी माझी अडचण सांगताच त्यांनी परिभाषा-मंडळापुढे या विषयाचा उपन्यास करण्यास मला बोलावले व मी मांडलेल्या शब्दांवर आणि त्यांच्या मराठी पर्यायावर चर्चा करून मला पारिभाषिक शब्द बनवण्यास मदत केली. याकरता मी मंडळाच्या सर्व सभासदांचा विशेषत: कै. स. वि. आपटे व कै. ढवळे यांचा आभारी आहे.

माझे हे पुस्तक जेव्हा प्रथम प्रसिद्ध झाले तेव्हा भारतात कागद तयार करणाऱ्या गिरण्या मोजक्याच होत्या. चिन्ध्या, रद्दी कागद आणि क्वचित् गवत यांचा कच्चा माल

म्हणून उपयोग होई. त्यावेळी बाम्बूचा कागदासाठी कितपत उपयोग होईल याबाबत डेहराडून येथील संशोधन केंद्रात संशोधन चालू होते. आता भारतात कागदाचा मुख्य कच्चा माल बाम्बू आहे. काही ठिकाणी उसाच्या चिपाडांचा वापर होतो. थोड्या प्रमाणात मऊ लाकूड वापरले जाते. कागदाच्या कच्च्या मालात, कृतीत, आणि त्यासाठी वापरायच्या यंत्र सामग्रीत आता इतका बदल झाला आहे की माझ्या पुस्तकातील मजकूर कालबाह्य झाला. त्यामुळे जवळजवळ संपूर्ण पुस्तकच नव्याने लिहिले आहे. प्रस्तुत पुस्तकांत (पान १७५) दिलेल्या गिरण्यांच्या संख्येत आणि उत्पादनात आतां बरीच वाढ झाली आहे.

कागदाच्या आकाराच्या बाबत आपण मेट्रीक पद्धतीचा स्वीकार केलेला आहे. त्यावर एक स्वतंत्र प्रकरण लिहिले आहे. साहित्य संस्कृती मंडळाने आपल्या मुद्रण ग्रंथ मालेसाठी माझे हे पुस्तक प्रकाशनास घेतल्याबद्दल मंडळाचे आभार मानले पाहिजेत. तांत्रिक विषयावरील पुस्तक तयार करणे फार किचकट काम असते; त्यांत आकृत्या त्यांचे मजकुरांतील उल्लेख, परिभाषा, अनेक परिशिष्ठे, सूची तयार करणे ह्यात बराच वेळ जातो, आणि चुका राहण्याचाही संभव असतो. प्रस्तुत पुस्तकाचे हे जोखमीचे काम सुसूत्रपणे पार पाडण्यात श्री. राजीव नाईक याने फार कष्ट घेतले. त्याचप्रमाणे पुस्तकाचे मुद्रण सुबकपणे केल्याबद्दल श्री. अरूण आणि राजीव नाईक ह्यांचा मी आभारी आहे.

बापूराव नाईक

१

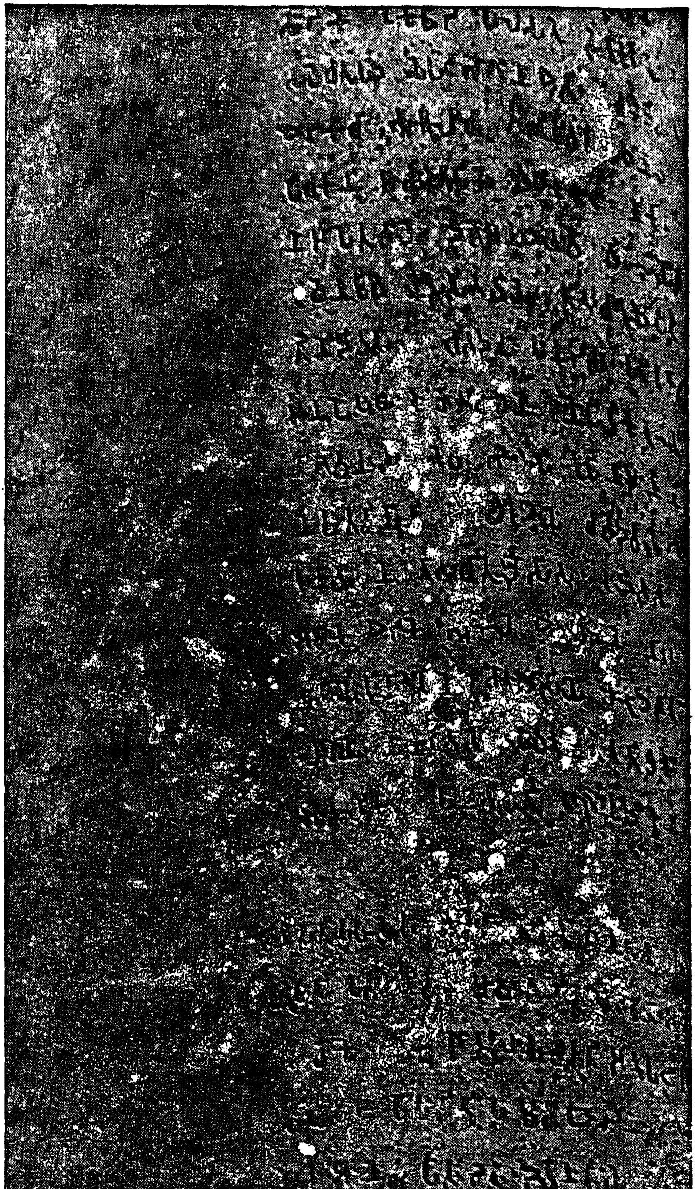
कागदाच्या शोधाचा इतिहास आणि प्रगती

१. आजकाल ज्ञान आणि विज्ञान यांची देवघेव, प्रसार आणि संरक्षण, बव्हंशी मुद्रणकलेवर अवलंबून आहे. फार पूर्वी ज्ञानविज्ञानाचा प्रसार, पाठांतर आणि परंपरा या योगेच होत असे. आता ज्ञान-विज्ञान ग्रंथनिविष्ट होत असल्यामुळे त्यांच्या संरक्षणास मौखिक परंपरेची जरुरी राहिलेली नाही. म्हणून परंपरा तुटली असता ते ज्ञान-विज्ञान नष्ट होईल अशी भीतीही नाही. मुद्रणकलेची आज प्रगती फार झालेली आहे. त्या प्रगतीस अनेक गोष्टी कारणीभूत आहेत. त्यापैकी महत्वाची एक गोष्ट म्हणजे यांत्रिक पद्धतीने कागद तयार करण्याचा शोध ही होय.

लेखनाची अतिप्राचीन साधने

२. फार पूर्वी म्हणजे सुमारे ५००० वर्षापूर्वी लेखनकला माहीत होती, तरी तिचा उपयोग मात्र फारसा होत नव्हता. कारण ज्यावर सुलभतेने लिहिता येईल, अशी वस्तूच उपलब्ध नव्हती. अतिप्राचीन लेखनवस्तू म्हणजे प्रस्तर आणि धातूंचे पत्रे. नंतरच्या काळांत, इजिप्तमध्ये, मातीच्या विटांवर 'लिहीत'. परंतू विटांच्या अवजडपणामुळे या 'ग्रंथां'चा प्रसार होत नसे. त्यामुळे चांबडे वापरात आले. चांबड्याला किंमत फार पडे. नवीन स्वस्त अशी लेखनवस्तू शोधण्याच्या प्रयत्नातून पपायरसचा उपयोग प्रचारात आला.

३. रामायण आणि महाभारत यांच्या काळांत म्हणजे सुमारे ३००० वर्षापूर्वी लिहिण्यासाठी कापडाचा उपयोग करत असावेत. कापड जास्त काळ टिकत नसल्यामुळे त्यावर संदेश, पत्रे, इत्यादी तत्कालिक उपयोगाचा मजकूरच काय तो लिहीत असत. इ. स. पूर्व २००० ते इ. स. पूर्व १००० या काळांत चीनमध्ये कांशाच्या धातूच्या



आ. १ अशोक स्तंभलेख

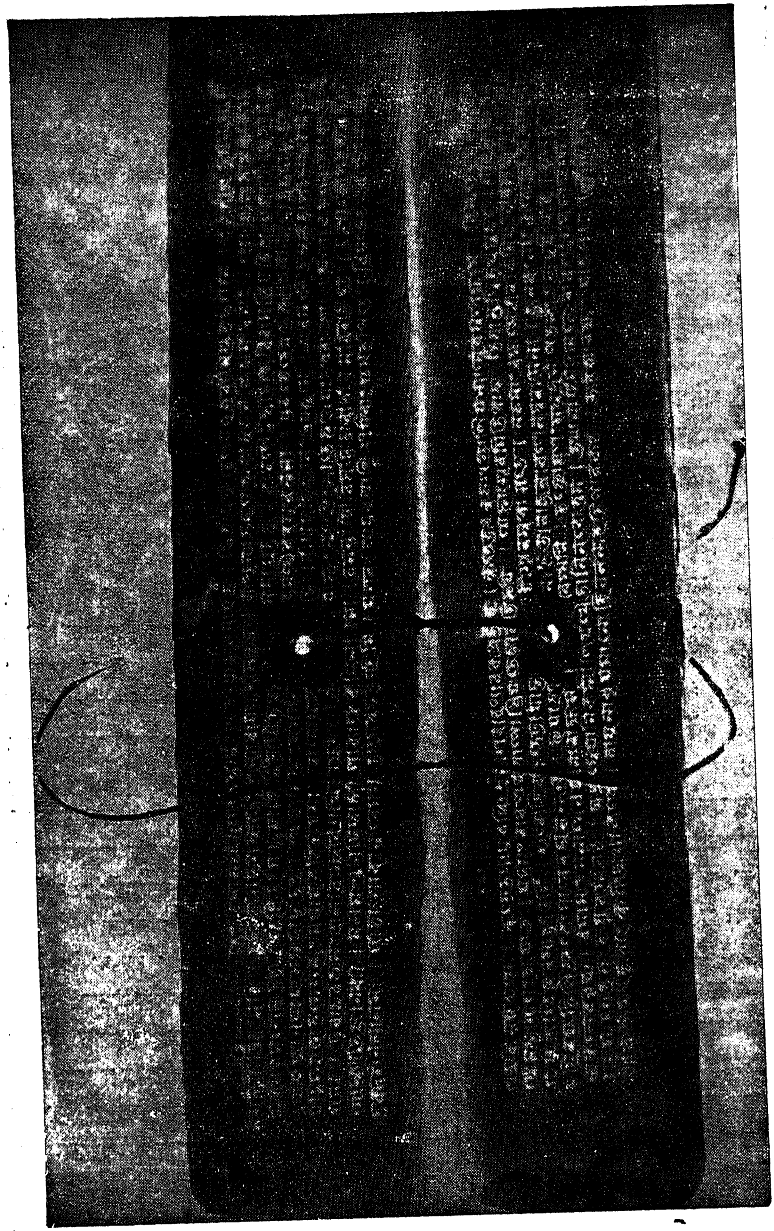
वस्तूंवर कोरून लिहीत, असे सापडलेल्या लेखांवरून अनुमान करता येते. याच काळात हाडकांवर लिहिण्याची पद्धती निघाली. असे अस्थिलेख, इ. स. पूर्व पंधराव्या शतकांत लिहिलेले, सापडले आहेत. हे लेख उपाध्याय आणि मांत्रिक यांच्याकडून लिहून घेत. अर्थात या लिखाणात मंत्रतंत्र आणि प्रार्थना, यांचाच प्रामुख्याने समावेश असे.

शिलालेख, ताम्रपट, भूर्जपत्र आणि ताडपत्रे

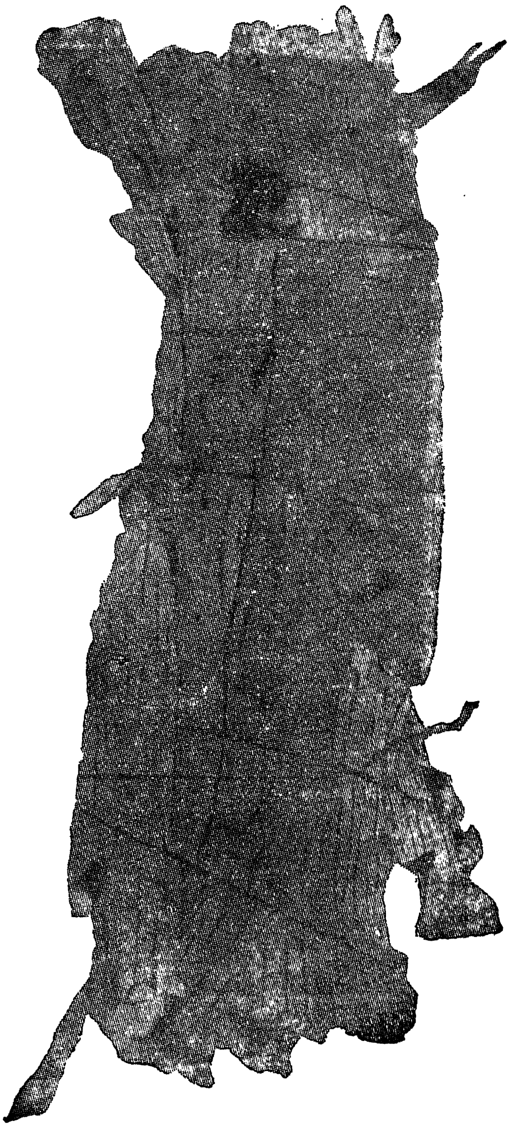
४. भारतांत, इ. स. पूर्व पांचव्या शतकापूर्वी, शिलालेख, मातीची भांडी आणि नंतर ताम्रपट, भूर्जपत्र आणि ताडपत्र, यांचा लेखनासाठी उपयोग होऊ लागला यांत संशय नाही. ताम्रपट हे नाव तांब्याच्या पत्र्यावर कोरलेल्या लेखास देण्यात येई. पूर्वीच्या काळी इनाम जमीन किंवा वतने दान दिल्याचे लेख ताम्रपटावर कोरलेले असत. अशी अनेक दानपत्रे आज उपलब्ध आहेत. यातील अगदी लहान लेखापासून २९ पत्रे असलेल्या राजेंद्रचोलच्या अवाढव्य आज्ञापत्रापर्यंत लहानमोठे लेख राजपुताना वस्तु-संग्रहालयांत संरक्षिलेले आहेत. या संग्रहांतील सर्वात छोटा ताम्रपट ४।। इंच लांब-रुंद असून त्याचे वजन अवघे १२ तोळे आहे. तर मोठ्यात मोठा ताम्रपट २९।। इंच लांब आणि १६ इंच रुंद असून त्याचे वजन जवळजवळ वीस शेर आहे.

५. यापूर्वी प्रस्तरांवर कोरून लिहिण्याचा प्रघात होता. अशा लेखांस शिलालेख म्हणतात. हे लेख बहुधा स्तंभ, स्तूप आणि देवळांच्या भिंती यावर कोरलेले असत. त्यात स्तंभ, स्तूप वा देऊळ उभारल्याचा काळ, उभारणाऱ्याचे नाव, वंश इत्यादी माहिती असे. जे शिलालेख उपलब्ध झाले आहेत त्यांतील अतिप्राचीन लेख इ. स. पूर्व ३०० वर्षे इतका प्राचीन आहे. हा अशोकाने कोरवलेला आहे. त्याच्याही पूर्वी मातीच्या भांड्यावर काही ओळी कोरलेल्या आढळल्या. या लेखनवस्तूंचा ग्रंथ लिहिण्यास उपयोग नाही. तरी "बृहत्कथा सरित्सागर" सारखी काही रचना शिलाखंडावर कोरलेली होती. एखादे नाटकही शिलाखंडावर कोरलेले सापडले आहे. इजिप्तमध्ये इ. स. पूर्व तिसऱ्या सहस्त्रकांतील विटांवर कोरलेले अनेक ग्रंथ सापडलेले आहेत. त्यांचा उल्लेख वर केला आहे. हे ग्रंथ तेथील संग्रहालयांतून संरक्षिले आहेत.

६. ग्रंथ लेखनासाठी वापरावयाची वस्तू टिकाऊ, हाताळण्यास आणि लेखनास सुलभ असली पाहिजे. त्यासाठी भारतात ताडपत्राचा उपयोग करण्यात आला. ताल-वृक्षाच्या पानाचे आटोपशीर तुकडे करून, ते प्रथम वाळवण्यात येत. पाण्यात टाकून उकळवत आणि पुन्हा वाळवत. ही पाने कोरडी झाल्यावर शंख, कवडी अशा पदार्थांनी घासून गुळगुळीत करून घेत. लोखंडाच्या शलाकेने त्यांवर कोरून लिहीत, आणि त्यांत काजळ भरत. त्यामुळे लिखित मजकूर उठून दिसे, सहज वाचता येई. ग्रंथाची पाने एकत्र लावून त्यांमध्ये भोक पाडून तीं सूत्रात ओवीत. या सूत्राच्या उपयोगामुळे आणि ओवण्याच्या प्रथेमुळे तत्कालीन पुस्तकांस "सूत्रग्रंथ" हे नाव देण्यात आले असावे. "त्रिपटक" हा बौद्ध ग्रंथ ताडपत्रावर लिहिलेला सापडला आहे. दक्षिणेतील देवळांस



आ. २ ताड पत्रे



आ. ३ भूर्ज वृक्षाची साल



आ. ४ हीरक सूत्र. चीनमध्ये छापलेले पहिले उपलब्ध पुस्तक (इ. स. ८६८)

दिलेल्या देणग्यांच्या पावत्या ताडपत्रावर देण्याची प्रथा अजूनपर्यंत होती.

७. "भूर्ज" या हिमालयात वाढणाऱ्या वृक्षाची पातळ साल काढून तेल लावून गुळगुळगुळीत करून घेण्यात येई. त्यांवर कुंचल्याने किंवा टांकाने लिहीत. इ. सनाच्या तिसऱ्या शतकात भूर्जपत्रावर लिहिलेला "धम्मपद" हा ग्रंथ खोतान येथे सांपडला आहे.

पपायरस आणि पार्चमेंट

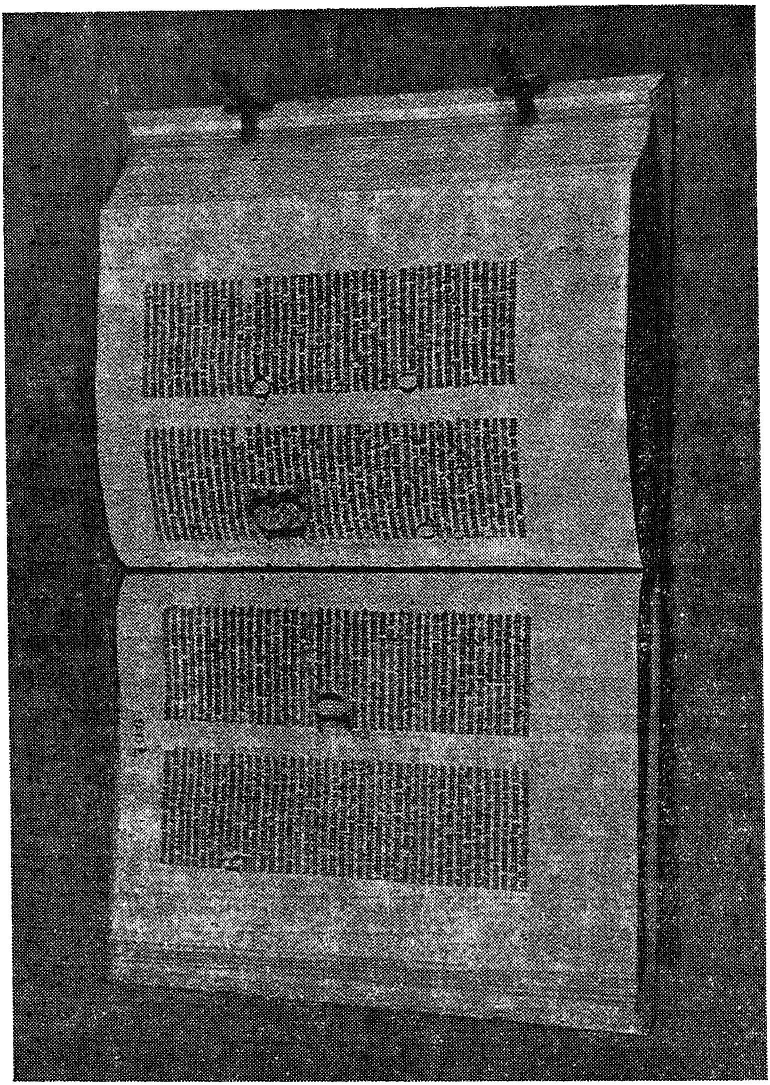
८. इंग्रजीमधील कागदवाचक 'पेपर' हा शब्द "पपायरस' या शब्दावरून निघाला. याचे ग्रीक नाव "बिब्लिओ" असे आहे. इजिप्त आणि ग्रीसमध्ये पपायरसचा मोठ्या प्रमाणावर उपयोग होई. पपायरस हे झुडूप नाईल नदीच्या किनाऱ्यावर वाढते. त्याचे खोड त्रिकोणी असून पाने अणुकुचिदार असतात. इ. स. पूर्व दुसऱ्या शतकांतील पपायरसाची गुंडाळी सांपडली आहेत. इ. स. पूर्व सहाव्या शतकापर्यंत पपायरसवर लिहीत असत असा पुरावा उपलब्ध आहे.

९. नाईल नदीच्या किनाऱ्यावर वाढणाऱ्या या झुडूपाच्या खोडाभोवती असलेले तंतूयुक्त आवरण अणुकुचिदार शस्त्राने सोलून काढण्यात येई. ते जमिनीवर पसरून त्यावर चिकट (गोंदाचे) पाणी शिंपडण्यात येई. त्यावर साली आडव्या टाकण्यात येत. त्या चिकटल्यावर पपायरसाचे एक पान बने. अशी पाने दाबून मग सुकवत. त्याना गुळगुळीतपणा येण्यासाठी घासून घेत. मग ती पाने लिहिण्यास योग्य होत. पाने एकापुढे एक अशी चिकटवून त्यांची गुंडाळी बनवत. इ. स. ७९ मध्ये व्हेसुव्हियसच्या लाव्हात जळून कोळसा बनलेली पपायरसाची गुंडाळीं उपलब्ध झालीं आहेत. इ. स. १७५३ मध्यें केलेल्या उत्खननात पपायरसाची १८०० गुंडाळी सापडली. त्यापैकी एक गुंडाळे २१॥ इंच रुंद आणि १२२ फूट लांब आहे. ते ब्रिटीश म्युझियममध्ये ठेवले आहे. रोमन लेखक प्लीनी आपल्या "नॅचरल हिस्टरी"मध्ये लिहितो, "पपायरसाच्या सहा इंच पातळ पट्ट्या कापाव्या, जवळ जवळ ठेवाव्या. त्यांवर असाच आडवा थर मांडावा. चिकी लावून दाबून घ्यावे आणि घासावे, म्हणजे गुळगुळीतपणा येईल."

१०. पपायरसाची जागा नंतर चर्मपत्रांनी घेतली. इ. स. पूर्व २४० मध्ये मिसिया देशातील पर्गमम येथील राजा एमीनस याने इजिप्तचा राजा टोलेमीकडे पपायरसाची मागणी केली. ती त्यान नाकारल्यामुळे एमीनसने प्रथम पार्चमेंटचा चर्मपत्रांचा वापर करण्याचा निर्णय घेतला. इ. स. ४००च्या सुमारास युरोपमध्ये चर्मपत्रांचा, प्रसार झाला. मेंढरे आणि बकऱ्या यांच्या कातड्यास पार्चमेंट म्हणतात. त्यावर महत्वाचे दस्तऐवज लिहिण्याचा प्रघात होता. भारतात पुस्तकांसाठी चांबड्याचा वापर केला गेला नाही. याचे कारण चांबडे धार्मिक कामात निषिद्ध असे, आणि येथील ग्रंथ धार्मिक होते हे होय.

कागदाचा शोध

११. आपण आज ज्या प्रकारचा कागद वापरतो तो प्रथम तयार करण्याचे श्रेय



आ. ५ गुटेनबर्ग बायबल कागदावर सुटच्या खिळ्यांपासून छापलेले पहिले पुस्तक (इ. स. १४५६)

चिनी लोकांस आहे. चीनमध्ये पूर्वी रेशिम, लांकडाच्या ढलप्या यांवर लिहिण्याची प्रथा होती. हुनानमधील लेयंग प्रांतात इ. स. १०५ मध्ये कागदाचा जन्म झाला, अशी समजूत आहे. होताय या चिनी सम्राटाच्या कारकीर्दीत त्साय-तुंग (Ts'ai-tun) याने प्रथम कागद तयार केला. सुप्रसिद्ध संशोधक स्टाइन यांना, चिध्यांपासून इ. सनाच्या पहिल्या शतकाच्या सुरुवातीस बनवलेल्या कागदाची गुंडाळी सांपडली. त्यावरून कागद करण्याची कला चीनमध्ये इ. सनाच्या पहिल्या शतकामध्येच प्रगत झाली होती असे म्हणावे लागेल. गांधील माशी वनस्पती चघळून त्यापासून तंतू वेगळे करते. पोळीं बांधण्यासाठी. यांच्या अवलोकनातून चिनी लोकांस कागद करण्याची कल्पना सुचली असे अनुमान आहे.

१२. चीनमध्ये कागद तयार झाला, त्यापूर्वी भारतांत कागद तयार होत असे एक मत आहे. इ. स. पूर्व ३२७ मध्ये सिकंदर भारतात आला त्याच्याबरोबर आलेल्या निआँकसने लिहून ठेवलेल्या वृत्तांतात कागदाचा उल्लेख आहे.* त्याचा सारांश असा की रुईची पाने कुटून कागद करण्याची कला भारतीयांना अवगत होती. परंतु प्रत्यक्षात तो कागद नसून रुईचा पट असावा असे वाटते. अकराव्या शतकापूर्वी भारतात लिहिलेला कागदावरील एकही लेख आज उपलब्ध नाही.

१३. युरोपमध्ये कागद बनविण्याची कला प्रथम स्पेन मध्ये टोलेडो येथे मूरांनी नली. यावरून भारतातही ती त्यांनीच (म्हणजे मुसलमानांनी) आणली असे एक मत आहे. त्यांचे प्रमाण म्हणून कागद हा शब्द "कागझ" या अरबी शब्दावरून आला आहे असे सांगितले जाते. भारतांत कागद तयार होत असला तर त्यास काय संज्ञा होती हे आज सांगता येत नाही. समर्कंद जवळील, यार्कंद शहरापासून साठ मैलावरील, कुईगर गावी इ. स. ५०० च्या पूर्वी कागदावर लिहिलेली पुस्तके उपलब्ध झालेली आहेत.

१४. डॉ. रॉयल यांनी भारतांतून परदेशात प्रस्तृत झालेल्या कलांची माहिती दिली आहे. त्याचबरोबर रॉयल डॅफनी यांनी कागदोपयोगी वनस्पती चीनप्रमाणे भारतातही वापरतात, यावरून कागद चीनमधून भारतांत आला असावा असे सुचवले आहे. भारतांत सण, ताग यांचा उपयोग कागद तयार करण्यासाठी करत असत. यावरून वनस्पतीपासून कागद तयार करण्याची कला भारतीय लोक चीनी लोकांपासून शिकले असे अनुमान काढले जाते. परंतु भारतीयांचा इ. स. पहिल्या शतकापूर्वी चिनी लोकांशी संबंध नव्हता ही गोष्ट लक्षात घेणे आवश्यक आहे.

भारतातील कागदी मुसलमान

१५. आजही भारतात हातकागद बनवणारे लोक मुसलमान आहेत. यावरून

* "A kind of thin fine glazed sheets which were made by felting cotton wool."

मुसलमानानी ही कला भारतात आणली असे वाटणे स्वाभावीक आहे. हे मुसलमान कागदी प्रथम झैन-अब-अबद्दीन या काश्मिरच्या राजाने १४२० च्या सुमारास भारतांत आणले. हेच भारतातील पहिले मुसलमान "कागदी". यांच्या आयातीमुळे भारतांत पूर्वीच वाढीस लागलेल्या कागद बनवण्याच्या धंदचास खोट बसली असणे शक्य आहे. ढाक्याच्या मलमलीस टक्कर देणे शक्य व्हावे म्हणून कारागिरांचे अंगठे कापून तत्कालीन ब्रिटीश राज्यकर्त्यांनी आपल्या देशांत तयार होणाऱ्या कमी प्रतीच्या कापडास मोकळी वाट करून दिली असे म्हणतात. त्यापैकीच हा प्रकार असावा.

१६. चीनमध्ये प्रथम वनस्पतीपासून कागद बनवण्यास सुरुवात झाली. तरी नंतर चिनी लोक चिंध्यापासून मोठचा प्रमाणात कागद बनवू लागले. अशा कागदांच्या केशाकर्षक धर्मामुळे त्यावर शाई चरे, म्हणून त्यास भाताची लई लावत आणि शंखा-सारख्या पदार्थाने घोटून गुळगुळीत करत. या प्रकारचे कागद स्टाइनला खोतान येथे सांपडले आहेत. हाच कागद कुराण लिहिण्यासाठी उपयोगात होता. परंतु अशा कागदा-वरील लिखाण पाण्याने निघून जाई. पांचव्या शतकात कूच येथे तयार झालेला कागद ब्रुसेनिशियाच्या तंतूचा आहे. तुतीच्या वाखापासून कागद तयार करत. अजूनही जपानमध्ये असा कागद तयार होतो. हल्ली प्राणिरेफिरा ब्रुसेनिशिया यांची साल, भाताचा कोंडा, ताग, तुतीची साल, वेत, शेवाळ, धान्याचा भुसा आणि रेशीम यांपासून जपानात कागद तयार होतो.

कागदाचा युरोपमध्ये प्रवेश

१७. इ. स. ७९५ साली बगदाद येथे हात-कागदाची गिरणी स्थापन झाली. तिथून अरबांनी मोरोक्को येथे कागद नेला आणि मूर लोकांनी ११५० मध्ये स्पेनमध्ये कागद बनवण्याची कला प्रसृत केली. इ. स. १२७० मध्ये इटलीमधील फाब्रिआनो येथे कागद बनविण्यासाठी कारखाना स्थापन झाला. आणि फ्रान्स, हॉलंड इत्यादी देशात कागदाचे कारखाने निघाले. जर्मनीमध्ये पहिला कागदाचा कारखाना इ. स. १३३६ मध्ये स्थापन झाला. इ. स. १३९० मध्ये न्यूरेंबर्ग येथे, उल्मन ष्ट्रोमर याने कागदाचा कारखाना सुरू केला. तो ही कला इटलीमध्ये शिकून आला होता. त्या काळात या कलेस इतके जपत की ष्ट्रोमर याने आपल्या कामगारांकडून, या कलेची कृती इतर कोणास सांगणार नाही, अशा शपथा घेववल्या होत्या.

१८. इ. स. १५८६ मध्ये हॉलंड देशातील ड्रॉरड्रेस्ट गावी गिरणी स्थापन झाली. विल्यम कॅक्स्टन हा इंग्लंड देशातील पहिला मुद्रक. त्याने १४९६ मध्ये प्रसिद्ध झालेल्या लेखात कागदाच्या गिरणीचा उल्लेख केला आहे.

And also of your charyte call to remembrance
The soule of William Caxton first Prynter of this boke.
ı Laten tonge at Coleyn hyself to avance.

That every well disposed man may there on lohke.
And John Tate the yonger joye mote he broke.
Whiche late hathe in Englonds doo make this paper thynne.
That now in our Englysh this boke is prynted inne.

यात उल्लेखलेला जॉन टेट हा मेयरचा मुलगा. त्याने स्टीव्हनेज येथे "सेल मील" स्थापन केली. दिनांक २५ मे १४९८ रोजी सातव्या हेन्रीने १६ शिलिंगज् ८ पेन्स कागदासाठी बक्षीस दिल्याचा उल्लेख त्याच्या हिशेबात सापडतो.

इंग्लंडमधील कागद निर्मितीस प्रारंभ

१९. स्पीलमान याने १५८८ मध्ये एलिझाबेथ राणीकडून परवानगी घेऊन केंट परगण्यातील डार्डफोड गांवी गिरणी काढली. कागद करण्याची कला तो जर्मनीमध्ये शिकून आला होता. आपल्याला राणीचा परवाना असताना टर्नर आणि मार्शल यानी बकिंगहमशायर येथे कागद तयार केला म्हणून त्यान फिर्याद केली. स्पीलमनचा धंदा जोरात चाले. पहिल्या जेम्सने त्याच्या गिरणीस भेट दिली आणि स्पीलमानला 'नाइटहुड' बहाल केली. पहिली शंभर वर्षे इंग्लंड देशात फक्त बदामी रंगाचा कागद होत असे. पांढरा कागद फ्रांसमधून मागविण्यात येई. जेम्स वॉटमन याने मेडस्टोन येथे प्रथम पांढरा कागद तयार केला. हल्ली जेथे ऑक्सफोर्ड इंडिया पेपर (पातळ अपारदर्शक कागद) तयार होतो ती गिरणी, ऑक्सफोर्ड येथे १६७५ साली स्थापन झाली. त्यानंतरच्या पंचवीस वर्षातच कागदाचा लगदा तयार करण्याची पेटंटें घेण्यात आली.
२०. फ्रांसमधील ह्युजेनॉट लोकांच्या सत्रात तेथील काही कागद इंग्लंड देशात आले. त्यांच्यापैकी हेन्सीने साउदअॅम्टन येथे कागदाचा कारखाना स्थापन केला. त्याचेच वंशज आज लव्हस्टोन मिल चालवतात. गेली तीनशे वर्षे ते नोटांचा कागद बनवत आहेत. इ. स. १७४० मध्ये केंट मधील मिडस्टोन येथे वॉटमनने कागदाची गिरणी स्थापन केली.
२१. फ्रान्सिस डिडॉटच्या पदरी असलेल्या लुई रॉबर्टने कागद तयार करण्याच्या यंत्राचा शोध लावला. या यंत्रावर सत्तर फूट लांब कागद तयार होत असे. त्याने फ्रांसमध्ये पंधरा वर्षाचे पेटंट मिळविले. परंतु आर्थिक टंचाईमुळे त्याला ते डिडॉटला २५००० फ्रँक्सला विकावे लागले. डिडॉट १८०० मध्ये इंग्लंडला आला त्याने फोड्रिनियरच्या सहाय्याने आपला व्यवसाय सुरू केला. इंजिनिअर डॉकिनच्या मदतीने १८१३ मध्ये फागमोअर मिलमध्ये कागद निर्मिती यंत्र बसवले. जॉन गॅम्बलने त्याचे पेटंट घेऊन फोड्रिनियर बंधूना दिले. पेटंटची सात वर्षे संपल्यावर पुन्हा पेंटट मिळाले नाही. फोड्रिनियर बंधूंचे ६००० पौंड खतम झाले आणि लंडन टाइम्सने उभारलेल्या फंडावर गुजराण करणे त्यांना भाग पडले. इ. स. १८०९ मध्ये जॉन डिकिन्सन कंपनीचे संस्थापक डिकिन्सन यांनी सिलिंडर कागद निर्मिती यंत्र शोधून काढले आणि त्याला फोड्रिनियर असे नाव दिले.

भारतातील कागद निर्मितीचा उद्योग.

२२. भारतातील पहिले कागद यंत्र विल्यम केरी याने १८११ मध्ये बसवले. तो म्हणतो :

When we commenced paper making several years ago having then no machinery we employed number of native paper makers to make it in the way to which they have been accustomed. We now (1832) make our paper by machinery in which the Pulp is made to run on the web of wire and passing over several cylinders the last of which is heated by steam. It is dried and fit for use in about 2 minutes from its having been in a liquid state. (A minute to Government, (1832.)

वाफेचे यंत्र केरीनेच प्रथम आपल्या गिरणीत बसविले. रामपूर येथून गिरणी नंतर बाली येथे नेण्यात आली. ती १९०५ पर्यंत चालू होती. नंतर तेथील यंत्र सामग्री टिटाघर गिरणीत बसवण्यात आली.

केरीच्या सहकाऱ्याचा मुलगा जॉन मॉर्शमन तंतूयुक्त वनस्पतींवर प्रयोग करत होता. त्याकडे जॉर्ज ऑकलंडचे लक्ष गेले. ऑकलंडने हुगळी नदीच्या किनाऱ्यावर पहिली ज्यूटची गिरणी स्थापन केली. त्याकाळात सरकारी कामास लागणारा कागद पुरविण्याचे काम लंडनमधील इंडिया ऑफिसकडे होते. भारतातील सरकारी कामास लागणारा कागद इंग्लंडमधून येऊ लागला आणि भारतीय कागद निर्मितीच्या धंद्यास बालपणीच नख लागले. चार्लस वुड हे स्टेट सेक्रेटरी असताना त्यांनी तर असा हुकूमच काढला की, भारतात लागणारा कागद इंग्लंडमध्येच तयार झाला असला पाहिजे.

२३. वर उल्लेख केलेला रामपूरी कागद फार प्रसिद्ध होता. इ.स. १८८१ साली लॉर्ड रिपनने एतद्देशीय कागद निर्मितीस उत्तेजन दिले. त्यावेळी टिटाघर आणि लखनौ या दोनच गिरण्या होत्या. त्यापूर्वीपासून मुंबईतील गिरगाव पेपर मिल अस्तित्वात होती असे समजते. नंतर ग्वाल्हेर पेपर मिल निघाली आणि थोड्याच काळात त्रावणकोर, राणीगंज, कन्किनारा येथे कागदाच्या गिरण्या निघाल्या. इ. स. १८८७ नंतरच्या सात-आठ वर्षात आठ नवीन कागद यंत्रे बसवण्यात आली. इ.स. १८९९ जानेवारीत मुंबई गॅझेटमध्ये खालील उल्लेख आहे :

In Bengal and Bombay there is the same number of paper mills but the capital, the number of employees and the production of Bengal mills are large owing to the Govt. patronage which is much greater in Bengal than Bombay. On the other hand the mills in the Bombay Presidency are all owned and worked by natives than in Bengal are owned and worked by Europeans.

अपेरा हाऊस जवळ "नारायणाश्रम" इमारतीमागे ओरिएन्ट पेपर मिल होती.

या भागातून भडकमकर मार्गावरील Y. W. C. A. च्या इमारती मागून जाणाऱ्या गल्लीला पेपर मिल लेन नाव होते.

कागद निर्मिती यंत्राची प्रगती

२४. साठ इंच रुंद कागद तयार करणारे यंत्र १८२७ साली प्रथम इंग्लंडमधून अमेरिकेत गेले. आता तिथे ३०० इंच रुंद कागद तयार करणारी यंत्रे आहेत. त्यावर मिनिटास १२०० फूटाहून जास्त वेगाने कागद तयार होतो. झाड तोडल्यापासून त्यावर तयार केलेल्या कागदावर छापलेले वर्तमानपत्र सहा तासात मिळेल, इतकी कागद तयार करण्याच्या कलेत प्रगती झाली आहे. इंग्लंडमधील लँकेशायरला वाम्सले यानी तयार केलेले कागद-यंत्र ५०० फूट लांब असून त्याचे वजन २०० टन आहे. त्यावर ३०० इंच रुंदीचा कागद दिवसास २०० टन तयार होतो. आज भारतात मध्यप्रदेशातील अमलाई येथील ओरिएंट कंपनीच्या गिरणीत २२० इंच रुंद कागद तासास १५ टन निघतो.

भारतातील कागदोपयोगी कच्चा माल

२५. भारतात कागदासाठी प्रामुख्याने बांबूचा उपयोग होतो. त्यात थोडे मऊ लाकूड मिसळतात. निलगिरीच्या लाकडाचा चांगला कागद होतो. त्यामुळे गिरण्यांच्या परिसरांत नीलगिरीची लागवड करण्यास प्रारंभ झाला आहे. उत्तर युरोपमध्ये सूचिपर्ण वृक्षापासून कागद करतात. त्यात फर, पाईन अशा प्रकारच्या वृक्षांचा समावेश होतो. भारतात ही झाडे हिमालयाच्या उतारावर वाढतात. परंतु वाहतुकीच्या अडचणीमुळे तिथे गिरण्या निघालेल्या नाहीत. आता तिथे कागदाचा लगदा करण्यासाठी गिरण्या स्थापन करण्याच्या योजना आहेत. त्या जेव्हा सुरू होतील तेव्हा वृत्त-कागदाच्याबाबत भारत स्वयंपूर्ण होईल. या शिवाय उसाच्या चिपाडापासून चांगला कागद तयार होतो. दालमिया कागद गिरणीत उसाच्या चिपाडापासून कागद बनतो. उत्तर प्रदेशांत आणि महाराष्ट्रात उसापासून साखर बनवण्यात येते, तेथे सर्पण म्हणून वापरण्यात येणारी चिपाडे कागद करण्यास उपयुक्त आहेत. सबाई गवताचा कागदाच्या लगद्यात, थोड्या प्रमाणात उपयोग केल्याने चांगला मुद्रण कागद तयार होतो.

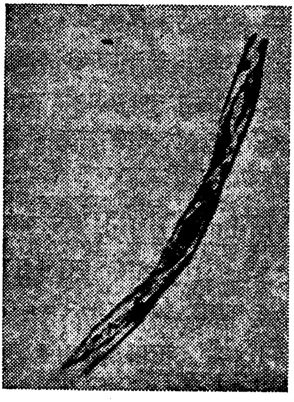
२

कागदोपयोगी तंतू आणि कच्चा माल

२६. कागदोपयोगी कच्चा माल म्हणजे "वनस्पतीचे जलीय तंतू" * चिंध्या, ज्यूट, वाख, गवत इत्यादीमध्ये जे कागदोपयोगी समान द्रव्य असते त्यास तूलीर (सेल्यूलोज) असे नाव आहे. तूलीर हे आवर्णसंयुग आहे. त्याची रासायनिक घटना साखर, मेण यातील द्रव्याप्रमाणेच आहे. त्यातील महत्वाचा घटक कर्ब. तूलीरामध्ये सहाभाग कर्ब, दहा भाग हैड्रोजन आणि पाच भाग ऑक्सिजन असे प्रमाण असते. म्हणजे हे शर्कर द्रव्य (कार्बोहायड्रेट) आहे.

सेल्युलोजचे गुणधर्म

२७. काही अम्लामध्ये सेल्युलोज वितळतात. पाण्यात वितळलेल्या साखरेप्रमाणे काही क्रिया करून ते अवपातीत (प्रेसपिटेट) करता येते. परंतू या क्रियेत मूळ घटना राहातेच असे नाही. (सेल्यूलोजच्या जलभेदनाने पिष्टाभ अँमिलॉईड हे द्रव्य तयार होते.) त्यामुळे कित्येकदा त्यांचा कागद तयार करण्याचा धर्म नष्ट होतो. यासाठी बलक तयार करताना घातलेल्या रासायनिक द्रव्यामुळे सेल्युलोजचे जलभेदन होणार नाही याची काळजी घेणे आवश्यक असते. सेल्युलोजचे स्फटिक करतां येत



आ. ६ सेल्युलोज

* "An aqueous deposit of vegetable fibers".

नाहीत. ते सहसा विरत नाही किंवा इतर द्रव्यांशी संयोग पावत नाही. त्याचमुळे कागद बराच काळ टिकतो. अपवाद म्हणजे क्यूबिक हैड्रेट आणि अमोद यांच्या मिश्रणात सेल्यूलोज विरतात. यापासून जलविरोधक (वॉटर प्रुफ) कागद तयार होतो आणि कृत्रिम रेशीम बनते.

तंतूंचे अनेक प्रकार

२८. तंतूंचे मुख्यत: तीन प्रकार पडतात. पहिला प्रकार 'पेक्टो सेल्यूलोज'. त्यापासून पेक्टिक आम्ल तयार होते. फल्याक्स वनस्पतीत हे तंतू असतात. दुसरा प्रकार 'लिग्नो सेल्युलोज'. ते ज्यूटमध्ये सापडतात. आणि तिसरा प्रकार गवत. कापूस इत्यादीत असलेले 'ॲडिपो सेल्युलोज'. यापासून आम्ले बनवितात. लाकडामध्ये कागदोपयोगी तंतू विपूल प्रमाणात सापडतात. लाकडाचे मऊ लाकूड आणि कठीण लाकूड असे दोन प्रकार आहेत. त्यातील द्रव्यांचे प्रमाण खाली दिले आहे :

	मउ लाकूड %	कठीण लाकूड %
१. सेल्युलोज	५४.०	४८.०
२. लिग्निन	२८.०	१८.०
३. कार्बोहैड्रेट	१३.०	३०.०
४. राळ, मेण इ.	३.५	३.१
५. प्रोटीन	०.८	०.६
६. राख	०.७	०.३

कागदाच्या गिरणीत सेल्युलोजवर रासायनिक क्रिया घडल्यावर तंतूचे दोन प्रकार संभवतात. ऑक्झि सेल्युलोज आणि हैड्रोसेल्युलोज. यात अनुक्रमे ऑक्सिजन आणि हैड्रोजनशी संयोग झालेला असतो. ऑक्सिसेल्युलोजचा कागद कमकुवत असून त्याचा रंग लवकर उडतो. हैड्रोसेल्युलोजपासून केलेला कागद त्यामानाने मजबूत असतो. त्यापासून ग्रीसफुफ कागद तयार करण्यात येतो.

२९. कागदोपयोगी वस्तूचा आवश्यक गुण म्हणजे कच्च्या मालात तंतू विपूल असले पाहिजेत आणि अनुपयुक्त द्रव्यापासून ते सुलभतेने वेगळे करता आले पाहिजेत. म्हणजे त्यांचा बलक करणे सोपे पडते; कमी खर्चाचे असते. या संदर्भात कच्च्या मालाचे दोन प्रकार करता येतात. निवडलेले तंतू असलेल्या चिंध्या, दोरखंड, शिंप्याकडील कापडाचे तुकडे हा एक प्रकार. गवत, ज्युट, बाम्बू, लाकूड हा दुसरा प्रकार. यातील तंतू अनुपयुक्त पदार्थापासून विशेष् क्रिया करून वेगळे करावे लागतात.

तंतू आणि तंतूयुक्त द्रव्ये

३०. कागदाचे प्रकार, आणि त्यांची किमतही तो कोणत्या प्रकारच्या तंतूंचा बनला आहे त्यावर ठरत असतात. तंतू जितके लांब, मजबूत आणि स्वच्छ तितका कागद मजबूत

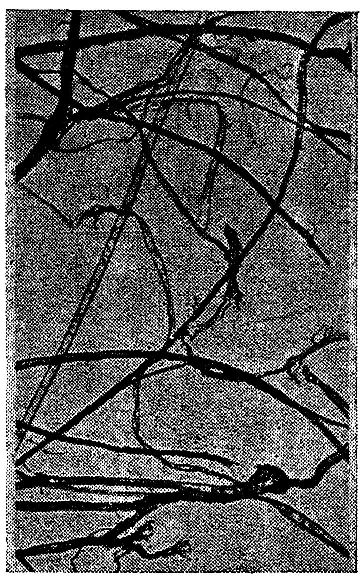
आणि टिकावू असतो. तंतूचा हा धर्म तयार कागदात उतरणे सहाजिक आहे. त्यामुळे कागदाच्या कृतीत तंतूंचे गुणधर्म, घटना, लांबी इत्यादींचा विचार करणे आवश्यक आहे. कागदोपयोगी कच्च्या मालाचे विविध प्रकार आहेत. त्याची आता माहिती करून देऊ.

कापूस : कापूस म्हणजे कपाशीच्या फुलांतील पराग किंवा सरकीचे केस. कापसात शेकडा ९८ टक्के तंतू असतात. तंतू ओला असताना त्यात पोकळी असते. वाळवल्यावर तो चिमटून वळया पडतात. (आकृती ६ पहा.) तंतू ४० मिलिमिटर लांब आणि ०.०२ मिलिमिटर जाड असतात. एका तंतूस सुमारे ३०० वळया असतात. त्यामुळे पिंजारलेला कापूस एकत्र रहातो. तंतू अपारदर्शक दिसतात. त्यांची टोके चिमटलेली असतात. कापसाच्या तंतूच्या या गुणधर्मामुळे त्यापासून केलेले कागद लीनन पासून केलेल्या कागदापेक्षा मऊ असतात. चिंध्या, कापड गिरणीतील खराबा, शिंप्याकडील कापडाचे तुकडे यापासून मजबूत टिकावू कागद बनतो. लिहिण्यासाठी, दस्तऐवज, चलनी नोटा यासाठी, अशा कागदाचा उपयोग होतो. (आकृती ७ अ)

लीनन : जुनी शीडे, दोरखंडे, हेम्प, फ्लॅक्स इत्यादीपासून लीनन तंतू मिळतात. फ्लॉक्समध्ये ८२ टक्के तंतू असतात. हेम्पमध्ये ७७ टक्के तंतू असतात. लीननचे तंतू प्रथम वाटोळे असले तरी मागाहून त्यास कोन येतात. आणि पंचकोनी, षटकोनी दिसतात. टोके निमुळती असतात. कुटल्यावर ती पिंजारून जातात. पृष्ठभाग केसाळ असतो. तंतूमध्ये पोकळी असते (लूमेन). लीननच्या तंतूंची लांबी २५ मिलिमिटर



आ. ७ (अ) कापसाचे तंतू (× ६०)



आ. ७ (ब) लीन

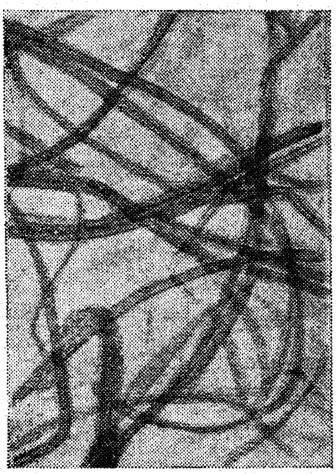
असून रुंदी .०२ मिलिमिटर असते. लीनन तंतूच्या कडा जाड असतात. वळणे पडल्यामुळे त्यावर खुणा दिसतात. ती बोटांच्या पेरांप्रमाणे वाटतात. लीननपासून कापसाप्रमाणे मजबूत कागद तयार होतो. टणक कागद लीननपासून करतात. (आकृती ७ ब)

मॅनिला : मॅनिला ही तागाचीच एक जात आहे. त्यात शेकडा ६४ टक्के तंतू असतात. मॅनिलाचे तंतू विशेष टणक असतात. तंतूचा परीध तागापेक्षा मोठा असतो. तंतूतील पोकळी मोठी असते; सहज दिसते. तंतूची लांबी सात मिलिमिटर आणि रुंदी ०.०२ मिलिमिटर असते. सर्वसाधारण आकार, विटांच्या रचनेप्रमाणे असतो. बाजू पातळ, सर्व सारख्या असून त्यात गाठी नसतात, खुणा नसतात. (आकृती ८)

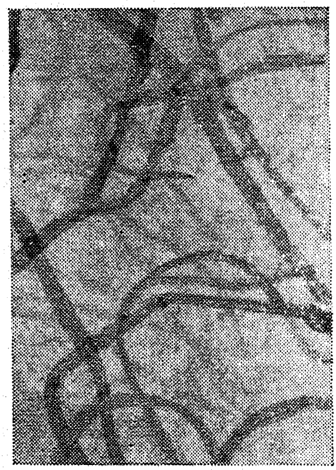


आ. ८
मॅनिलाचे तंतू
(×२००)

ज्यूट : ज्यूटचे तंतू २.५ मिलिमिटर लांब आणि .०२२ मिलिमिटर जाड असतात. तरी त्यांचा कागद टणक असतो. कच्च्या मालात ६४ टक्के तंतू असतात. तंतूच्या



आ. ९ (अ) ज्यूटचे तंतू (×२००)



आ. ९ (ब) हेम्पचे तंतू (×२००)

परीघाची जाडी कमी जास्त असते. रंग पिवळसर असतो. त्यात खांचा, गाठी आणि खुणा असतात. ज्यूटपासून टणक तक्ते आणि पुठ्ठे बनतात. (आकृती ९)

एस्पार्टो : स्पेनमध्ये उगवणारे गवत. शेकडा ४८ टक्के तंतू. फक्त १.५ मिलिमिटर लांब आणि ०.१२ मिलिमिटर जाड. तंतू गुळगुळीत वाटोळे, त्यात खाँचणी असते. टोके निमुळती, थोटकी आणि खुणा, वर कडा असून केस असतात. एस्पार्टो आणि चिंध्या यांच्यापासून उत्तम लिहिण्याचे कागद बनतात. एस्पार्टोमध्ये लाकडाचा रांधा





आ. १० (अ) एस्पार्टोचे तंतू (×१००) (ब) गवताचे तंतू (×१००)

मिसळून छपाईचे कागद बनतात. एस्पार्टोचा प्रमुख गुणधर्म म्हणजे त्याचे तंतू आर्द्रतेमुळे वाढत नाहीत. म्हणून अनेक रंगी छपाईसाठी आर्ट कागदात एस्पार्टोचा वापर होतो. (आकृती १० अ)

गवत : गहू, बाजरी यांचे गवत. शेकडा ४८ टक्के तंतू. गवताचे तंतू तोकडे आणि जाड असतात. लांबी १.५ मिलिमिटर आणि जाडी ०.१५ मिलिमिटर. ते लवचिक नसल्यामुळे दुमडून चिमटतात. तंतूत पुष्कळ सेल असून त्यांची वेटोळी असतात. स्ट्रॉबोर्ड किंवा गवती तक्त्यात वापर. (आकृती १० ब)

बांबू : बांबू गवताच्या जातीतीलच होत. लांबी ४ मिलिमिटर, रुंदी ०.११५ मिलिमिटर. तंतू पातळ. गुळगुळीत आणि वाटोळे. टोके निमुळती असतात.

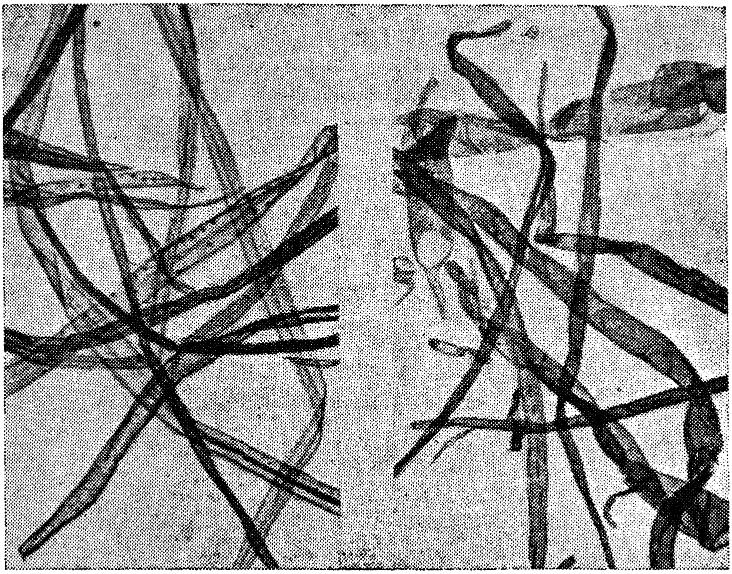
चिनी गवत (Romi) **:** चिनी गवताचे तंतू लांब असतात. पारदर्शक असतात. ते वाकलेले असून त्यातील खांचणी अरुंद असते. तंतूवर खुणा असतात. टोके ठेचलेली आणि निमुळती असतात. तंतूची लांबी २२ मिलिमिटर, रुंदी ०.०५ मिलिमिटर इतकी असते. कच्च्या मालांत तंतूचे प्रमाण ७६ टक्के असते. असे असले तरी या कच्च्या मालाचा कागद निर्मितीत क्वचितच वापर होतो.

उसांची चिपाडे : भारतात उसच्या चिपाडांचे कागद करू लागले आहेत. आपल्याकडे उसाचे उत्पादन फार माठ्या प्रमाणात होते. परंतु त्यांच्या चिपाडांचा इंधन म्हणून वापर होत असल्यामुळे कागद निर्मितीसाठी ही चिपाडे उपलब्ध होत नाहीत. उसांच्या चिपाडांपासून चांगला कागद तयार होतो आणि तसा त्यांचा उपयोग करण्याचे प्रयत्न सध्या चालू आहेत. उसाच्या चिपाडात शेकडा ५० टक्के तंतू असतात.

काष्ठतंतू : लांकडाच्या तंतूच्या दोन जाती आहेत. त्याना सदापर्णी आणि सूचिपर्णी अशी नावे आहेत. काष्ठतंतू कापसाच्या तंतूप्रमाणे असतात चपटेपणा आणि तंतूतील वळणे ही दोन वैशिष्टे समान आहेत. (आकृती ११) सूचिपर्ण तंतू तीन मिलिमिटर लांब आणि ०.०३ मिलिमिटर रुंद असतात. सदापर्णी वृक्षातील तंतू एक मिलिमिटर लांब आणि ०.०२ मिलिमिटर रुंद असतात. सूचिपर्ण वृक्षात पाईन, फर इत्यादी वृक्ष येतात. सदापर्णी वृक्षांत बीच, पॉपलर, नीलगिरी इत्यादी वृक्ष येतात. सूचिपर्ण तंतू नळीप्रमाणे असतात. सदापर्णी तंतूमध्ये सेल्स असतात. सूचिपर्णी, लाकूड मऊ असते. सूचिपर्णी किंवा सदापर्णी वृक्षापासून जे कागदोपयोगी तंतू मिळतात त्यात एस्पार्टो, चिंध्या यांचा बलक मिसळला तर उत्तम लिहिण्याचे कागद बनतात. लांकडाच्या भुशापासून वृत्तपत्र कागद तयार केला जातो. त्याच रांध्यापासून हलक्या प्रतीचा छपाईचा कागद ही तयार होतो.

कागदोपयोगी कच्चा माल

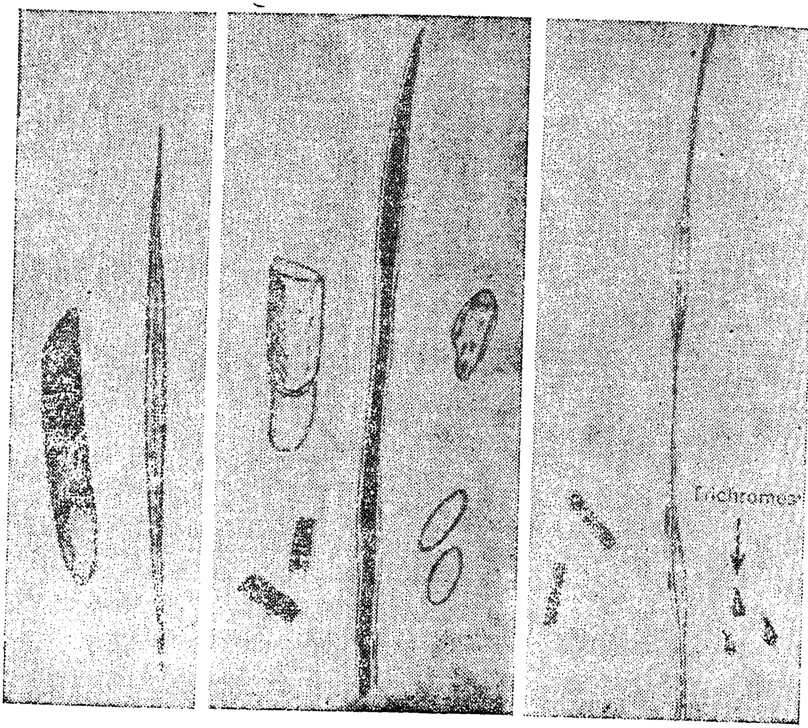
३१. कागद निर्मितीत जो कच्चा माल उपयोगात येतो, त्यांत चिंध्या, बांबू, गवत, उसाची चिपाडे आणि लाकूड यांचा समावेश होतो. कच्च्यामालाचे तीन प्रकार आहेत. पहिल्या प्रकारात पूर्वीच निवडलेले तंतू येतात. म्हणजे चिंध्या, लिनन इत्यादी. यावर जास्त प्रक्रिया करावी लागत नाही. चिंध्या, शिडाचे कापड, गोणपाट, जूने दोर, गिरण्यातील खराबा, शिंप्याकडील कापडाचे तुकडे यांचा यात समावेश होतो. दुसऱ्या प्रकारात सेल्युलोज अन्य द्रव्यांशी संलग्न असतात, अशा तंतूंचा समावेश होतो. त्यांत गवत, बांबू, एस्पार्टो इत्यादी कच्चामाल यात येतो. तिसरा प्रकार म्हणजे तयार बलकाचा. हा बलक बांबू, गवत, लाकूड यापासून बनतो. बलकाचे यांत्रिक बलक आणि रासायनिक बलक असे दोन प्रकार आहेत. या बलकात कागदोपयोगी तंतू किती आहेत ते ठरविण्यासाठी एक रासायनिक पृथ्थकरण उपलब्ध आहे ते असे :



आ. ११. काष्ट तंतू (अ) स्प्रुसचे तंतू (ब) सदापर्णी वृक्षाचे तंतू

पन्नास ग्रॅम (कच्च्या मालाचे) सुके तंतू घ्यावेत. त्यापैकी निम्मे २५ ग्रॅम तंतू (वातावरणातील फरकानी बिघडू नयेत म्हणून) उकळत्या पाण्यात भट्टीमध्ये सुकवावे आणि वजन करावे. राहिलेले २५ ग्रॅम तंतू घ्यावे. २५००० घन सें. मी. पाण्यात २५ ग्रॅम सामुद्रक्षार टाकावा आणि त्यात वरील तंतू टाकून अर्धा तास उकळावे. वाफेमुळे पाणी कमी होत जाईल तसे जास्त पाणी घालावे, म्हणजे तीव्र विद्राव होणार नाही. नंतर तंतू तारांच्या जाळीवर टाकून धुवावे आणि पिंजून एका पेल्यात घालावे. त्यावर एक तासपर्यंत हरवायू सोडावा. पाण्यात धुवून २५ ग्रॅम सामुद्रगंधक आणि २५०० घन से. मि. पाणी त्यांत टाकावे. हळूहळू तापवावे. त्यात २५ से. मि. सामुद्रक्षाराचा विद्राव घालून दहा मिनिटे उकळावे. नंतर धुवून सौम्य केलेल्या सामुद्रउपहारकामध्ये दहा मिनिटे ठेवावे आणि धुवावे. पुन्हा गंधकाम्लाचे थेंब टाकलेल्या पाण्याने आणि नंतर साध्या पाण्याने धुवावे. तंतू सुकवून त्यांचे वजन करावे. हे तंतू म्हणजेच कागदोपयोगी तूलीर. त्यांचे वजन आणि प्रथम भट्टीमध्ये केलेले कच्च्या मालाचे वजन यांच्या तुलनेने कच्च्या मालांतील कागदोपयोगी तंतूची टक्केवारी काढावी.

आज भारतातील कागद निर्मिती मुख्यत: बांबूवर अवलंबून आहे. त्याशिवाय उसांची चिपाडे, नीलगिरीचे लाकूड, सलाईसारखी मऊ लाकडे यांचाही कागद करण्यासाठी वापर होतो. कागद निर्मितीस अतिशय उपयुक्त असे सूचिपर्ण वृक्ष हिमालयाच्या



आ. १२ बर्च गवत एस्पार्टो

उतारावर वाढतात. परंतु त्यांचे ओंडके आणणे फार खर्चाचे असते. हिमालयाच्या उतरणीवर जर कागदाचा बलक करण्याचे कारखाने निघाले तर कागदोपयोगी बलकाचे तक्ते तयार करून कागद गिरण्यांना पुरवता येतील. याबाबतीत भारत सरकारने विचार केला आहे. आणि असे कारखाने निघत आहेत.

३

कागद तयार करण्याची कृती

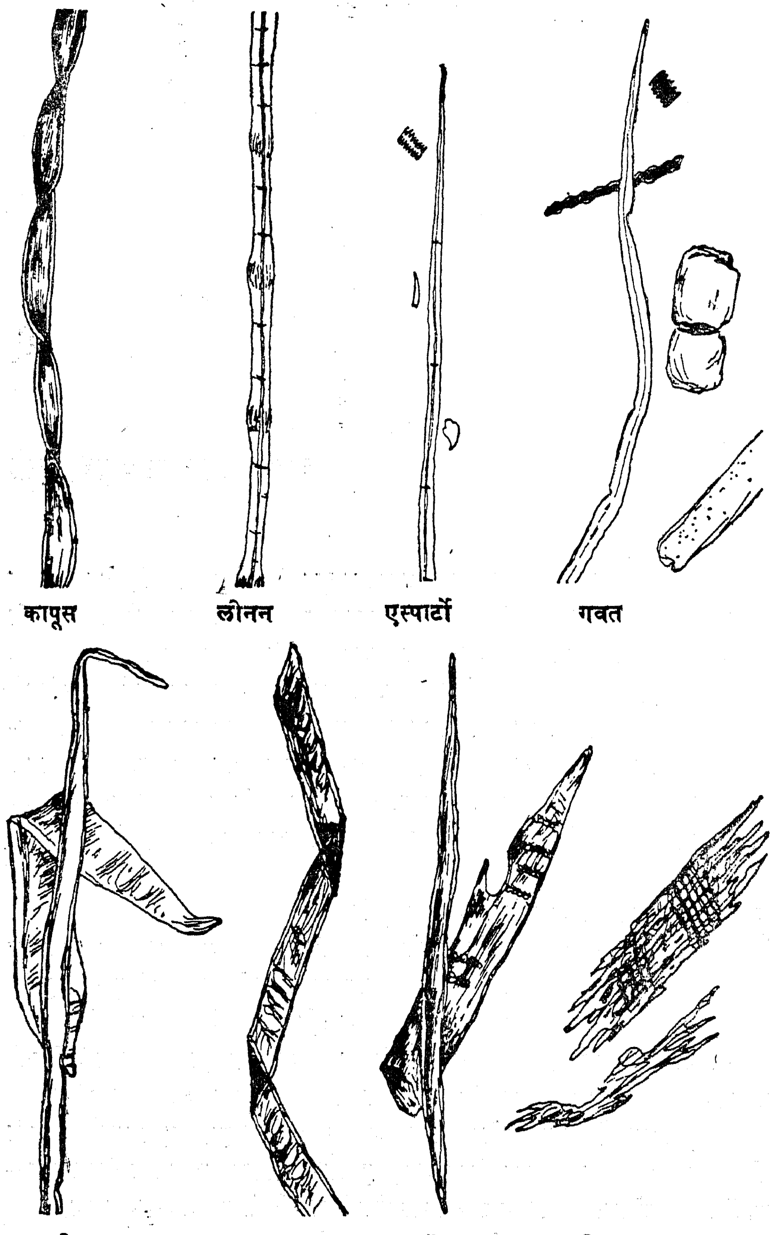
कागद तयार करण्याच्या कृतीत वनस्पतीपासून कागदोपयोगी तंतू वेगळे करून त्यांचा बलक तयार करणे आणि तंतू पाण्यात पसरवून सरकणाऱ्या जाळीवर त्यांचे पान बनवणे या क्रिया येतात. कागद तयार झाल्यावर तो वाळवणे, त्याला खळ लावणे, त्यावर जिल्हई करणे यांचा समावेश होतो. कागदोपयोगी तंतू वनस्पतीपासून वेगळे काढले जातात हे खरे असले, तरी वेगवेगळ्या वनस्पतीपासून निघणाऱ्या तंतूंचे गुण-धर्म भिन्न असतात. तंतूशिवाय जे इतर पदार्थ वनस्पतीमध्ये सापडतात ते वेगळे करताना तंतूवर परिणाम होतो. तंतूत कापसाचे, गवताचे, बांबूच्या ढलप्यांचे तंतू असे प्रमुख प्रकार आहेत. कागदाच्या कृतीतील विशिष्ट पायऱ्या इथे देऊ.

लाकडापासून दोन प्रकारचा बलक तयार होतो :

१. **यांत्रिक रांधा :** लाकडाचे ओंडके घर्षण यंत्रावर दाबून भुसा तयार करणे व त्यापासून बलक तयार करणे. या कृतीत लाकडात असणारे लिग्नीन हे द्रव्य बलकांत मिसळून राहाते. कागद कमजोर राहतो आणि हवेने, उन्हाने रंग पालटतो.

२. **रासायनिक रांधा :** लाकडाचे ढलपे शिजवून त्यातून अनुपयुक्त द्रव्ये वेगळी काढून शुद्ध रांधा तयार करण्याची रासायनिक क्रिया. त्यात खालील क्रिया होतात.

(१) **शिजवणे :** लाकडाचे व अन्य कच्च्या मालाचे लहान लहान तुकडे करून ते मोठ्याल्या लोखंडी रांजणात सोडियम हायड्रॉक्साइड किंवा तत्सम द्रावणात भिजवायचे. या क्रियेत काळ आणि उष्णतामान किती असावे, ते ज्या प्रकारचा कागद करावयाचा त्यावर अवलंबून असते. द्रावणात वापरलेल्या रसायनामुळे लिग्निन आणि इतर अनावश्यक वस्तू वेगळ्या होतात.



आ. १३ कागदोपयोगी विविध तंतू

(२) **विरंजन** (ब्लिचिंग): शिजवून तयार झालेले तंतू स्वच्छ पांढरे नसतात. ते स्वच्छ करण्यासाठी त्यावर जी क्रिया केली जाते, तिला विरंजन क्रिया म्हणतात. यात क्लोरीन, हायपोक्लोराइड्स आणि क्लोरीन डायॉक्साइड यांची योजाना असते. शिवाय स्वच्छ पाणी विपुल असावे लागते.

३. **यांत्रिक रांधा तयार करणे, कुटणे आणि तंतू स्वच्छ करणे :** कागदोपयोगी कच्च्या मालाचा भुसा करणे, त्यातील तंतू तोडणे आणि स्वच्छ करणे या क्रिया येतात. शेकडा ९६ टक्के पाण्यात रिफायनरमध्ये बलक घालण्यात येतो. त्यात तोडण्याची, कुटण्याची आणि पिंजारण्याची क्रिया होते. कागदातील शोषकपणा कमी व्हावा म्हणून बलकात खळ घालण्यात येते. खळ घातल्यामुळे शाई पृष्ठभागावर रहाते. कागद अपारदर्शक व्हावा म्हणून काही खनिजे मिसळतात. बहुदा चिनीमाती, रंगीत कागदाच्या निर्मितीत जे रंग लागतात तेही रिफानरमध्ये घालावे लागतात.

४. **मिसळणे :** कागदाच्या कृतीत मुख्य कच्च्या मालाशिवाय इतर भराव लागतो. लाकडाच्या किंवा बांबूच्या ढलप्या हा मुख्य कच्चामाल. त्यात धान्याचा भुसा, गवत, मऊ लाकूड इत्यादींचा बलक मिसळतात

५. **कागदाचे पान तयार करणे :** कागदाचा बलक भरपूर पाण्यासह जाळीवर सोडणे आणि तंतू आडवे उभे पसरणे. पाणी जाळीतून खाली काढून घेणे. तंतू शक्यतो निर्जल करण्याची क्रिया.

६. **सुकवणे :** जाळीबरोबर बलक अती वेगाने पुढे जात असतो. यावेळी कागदात पाणी असते ते खाली गळत असते. तरी काही पाणी कागदात राहातेच. ते काढून घेण्यासाठी शोषक नळकांडी वापरतात. शोषक रूळापुढे कागद वाळवणारे गरम रूळ असतात. त्यावेळी कागद बनातीवरून जातो. रूळाच्या उष्णतेने कागद वाळतो आणि बनातीपासून वेगळा होतो.

८. **खळ आणि लुकण लावणे :** वाळलेला कागद खळ ठेवलेल्या दोणीत बुडवून काढल्याने कागदाच्या दोन्ही बाजूस खळीचा थर लागतो. नकली कला-कागदात ३० टक्के खनीजे मिसळण्यात येतात. कला कागदास (आर्ट पेपर) कागदाच्या एका किंवा दोन्ही बाजूस कुंचल्याने खनीजांचे लुकण लावण्यात येते.

९. **शेवटचा हात :** कागद गुळगुळीत व्हावेत म्हणून त्याना इस्त्री करावी लागते. या क्रियेस क्यालेंडरींग म्हणतात. क्यालेंडर यंत्रात पोलादी आणि कागदी रूळांच्या जोडया असतात. प्रत्येक जोडीतील रूळ वेगळया वेगाने फिरतात. आणि घर्षणाने कागद गळगळीत होतो.

१०. **कापणे :** कागद-निर्मिती-यंत्रात कागद गुंडाळण्याच्या रूपातच तयार होतो. ही गुंडाळी उलगडवून उभी आडवी कापून कागदाची पाने तयार करतात.

कागदाच्या कृतीत दोन प्रकारच्या तंतूंचा वापर होतो. लांब तंतू आणि तोकडे तंतू. लांब तंतू बळकट असतात पण शोषक असतात. छोटे तंतू बळकट नसले तरी ते लांब

तंतूशी मिसळून अपारदर्शक कागद तयार करता येतो. कागद तयार करण्याच्या प्रचलीत कृतीत खालील वस्तूंचा समावेश होतो :

(एक टन कागद तयार करण्यास लागणारी द्रव्ये)

लाकूड : दोन ओंडके. एका ओंडक्यात १२८ क्यूबिक फूट तंतू असतात.

पाणी : ३०,००० गॅलन.

विरंजन आणि पचन रसायने : ४०० किलो.

खळ, भराव, रंग इत्यादी : ११५ किलो.

वीज : १०८ किलोवॅट.

वाफ : १२०० किलो.

माणूस तास: ३४



आ. १४ एस्पार्टो गवत

आज वापरात असलेला कागदोपयोगी कच्चा माल :

१. **सूचिपर्ण :** परदेशी कागदाच्या शेकडा ८५ टक्के उत्पादनात सूचिपर्ण वृक्षांच्या ओंडक्यांचा समावेश असतो.

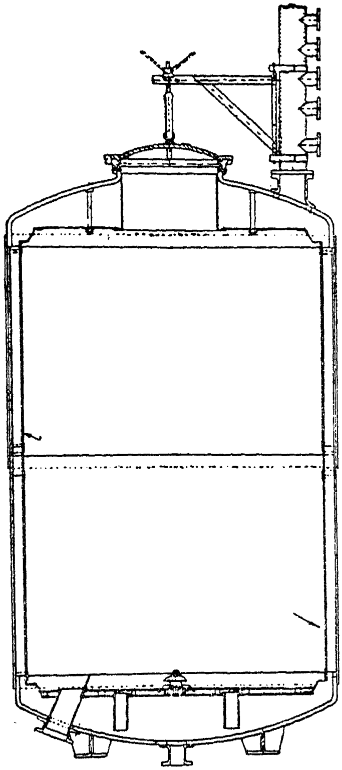
२. **मॅनिला, शिसल आणि इतर तंतूमय झुडपे :** मजबूत कागदाच्या निर्मितीत यांचा वापर होतो.

३. **उसाची चिपाडे :** उसापासून रस काढल्यावर जी चिपड होतात त्यापासून चांगला कागदोपयोगी तंतू तयार होतो.

४. **बांबू :** चांगल्या प्रकारचे लिहिण्याचे आणि छपाईचे कागद आज भारतात मुख्यतः बांबूपासूनच तयार होतात.

५. **नीलगिरी :** नीलगिरी वृक्षापासून चांगला कागद तयार होतो. हा सदापर्णी वृक्ष आहे. ऑस्ट्रेलियामध्येयाचा मोठ्या प्रमाणात वापर होतो. भारतातही आता कागदासाठी नीलगिरीची लागवड होऊ लागली आहे.

६. **एस्पार्टो :** स्पेन देशात एस्पार्टो गवत उगवते. त्याच्या तंतूपासून तयार होणारा कागद वातावरणातील आर्द्रतेच्या फरकाने लहान मोठा होत नाही. म्हणून कला कागदासाठी त्याचा वापरहोतो.



आ. १५ एस्पार्टो गवताचा उकळक

७. **सबाई गवत :** भारतात कागद उत्पादनात सबाई गवताचा २० टक्के वापर होतो.

८. **फ्लॅक्स :** सिगरेटच्या वेष्टनाचा कागद आणि इतर कामासाठी लागणारा पातळ कागद वाखापासून तयार होतो.

९. **गवत :** हलक्या जातीचे छापण्याचे आणि लिहिण्याचे कागद गवतापासून निर्माण होऊ शकतात. शिवाय स्ट्रॉबोर्ड (गवती तक्ते) हे गवती बलकापासून आणि धान्याच्या कोंड्यापासून तयार करतात.

कागदोपयोगी कच्च्या मालातील तंतूंची टक्केवारी :

कच्चा माल	तंतूंचे प्रमाण (टक्के)
१. रद्दी कागद	७५ ते ९०
२. चिंध्या	७० ते ८०
३. वनस्पती	७० ते ८०

४. लाकडाचा भुसा	७० ते ८०
५. बाम्बू	६० ते ६३
६. उसाची चिपाडे	५९ ते ६२
७. सूचिपर्ण वृक्ष	५३ ते ६२
८. सदापर्णी वृक्ष	५४ ते ६१
९. वाख, घायपात इत्यादी	५२ ते ५८
१०. गवत, एस्पार्टो	५० ते ५४
११. भाताचे भूस	४६ ते ४९
१२. लाकडाचे ओंडके	४० ते ४८

४

कागदाचा बलक

कागदोपयोगी वस्तूंपासून कागद बनवण्यासाठी प्रथम बलक किंवा रांधा तयार करावा लागतो. कच्चामाल निवडून आणि साफ करून त्यावर रासायनिक क्रिया केल्यानंतर बलक तयार होतो. त्यातून तंतूव्यतिरिक्त द्रव्ये वेगळी काढली जातात. परिणामत: तयार झालेला बलक कापसासारखा दिसतो. रासायनिक क्रियेचे स्वरूप कच्च्यामालावर त्याचप्रमाणे कशा प्रकारचा कागद तयार करायचा यावर अवलंबून असते. कागद निर्मितीत आपल्याकडे चिंध्याचा मोठ्या प्रमाणात उपयोग होत असे आणि आजही थोड्या प्रमाणात होतो. त्याचा प्रथम विचार करू.

चिंध्या

चिंध्यांमध्ये जुने कपडे, कापड-गिरण्यातील आणि शिंप्याकडील खराबा, होजिअरी चिंध्या यांचा समावेश होतो. यात कागदोपयोगी तंतू शुद्ध स्वरूपातच असतात. त्यामुळे त्यावरील रासायनिक प्रक्रिया सुलभ होते. तरी हा कच्चा माल साफ करून घ्यावा लागतो. स्वच्छ पांढऱ्या कागदासाठी मिश्र चिंध्या घेऊन त्या धूत बसण्यापेक्षा चिंध्या निवडून घेणे सोईचे असते. त्यामुळे निवड ही महत्त्वाची गोष्ट आहे. चिंध्यांचा रंग, स्वच्छता आणि मजबुती या दृष्टीने निवड करायची असते. बाजारात शुभ्र, करड्या, रंगीत, नाजूक, कापशी अशा नावाखाली चिंध्या विकल्या जातात.

चिंध्या लहान मोठ्या असतात. जुने कपडे तर मोठ्या चिंध्यातच असतात. त्यात तारांचे तुकडे, रबर, गुंड्या, गुंडाळ्या इत्यादी, कागदासाठी निरुपयोगी अशा, वस्तू असतात. ह्या निरुपयोगी वस्तू काढून चिंध्या साफ करण्यासाठी स्त्री-कामगारांची योजना केली जाते. एका जाळीदार मेजावर चिंध्या घासून घेतल्याने त्यातील

कचरा जाळीतून खाली जातो. अशा प्रकारे चिंध्या स्वच्छ केल्यावर त्यांचे तीन चार इंचाचे तुकडे करतात.

चिंध्या कापण्यासाठी पुढे यंत्राचा उपयोग होऊ लागला. या यंत्रात एका फिरत्या चाकास सुऱ्यांची पाती लावलेली असतात. खालची सुरी पक्की बसवलेली असते. त्या दोन्हीत मिळून चिंध्या पिसडल्या जातात. या यंत्रात तासास दोन तीन टन चिंध्या पिसडून निघतात. परंतु या क्रियेत चिंध्यातील तंतू तोकडे होतात.

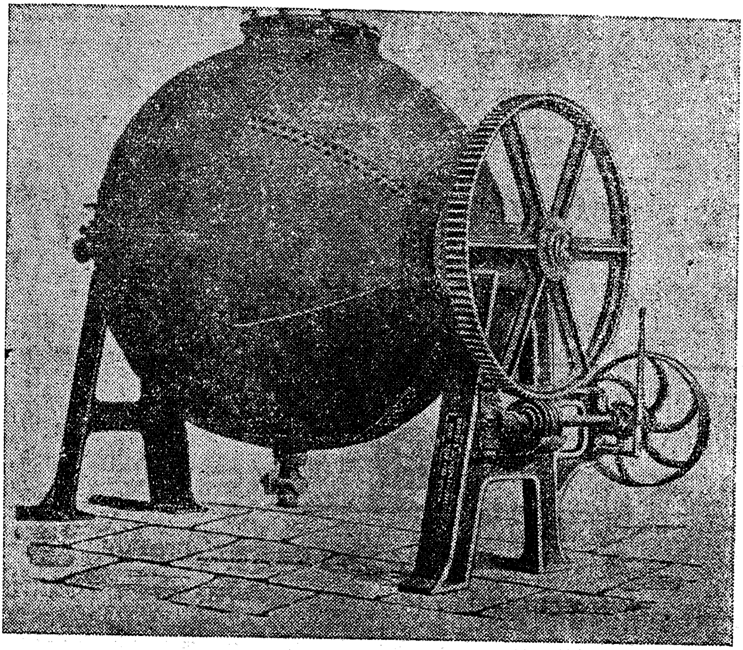
तुकडे करून लहान केलेल्या चिंध्यातील घाण, कचरा काढून टाकण्यासाठी त्या सुळक्यांप्रमाणे दांत असलेल्या यंत्रात घालतात. त्यानंतर धूलियंत्रात (डस्टर) फिरवून त्यातील उरले सुरले अनुपयुक्त पदार्थ वेगळे करतात. धूलियंत्रात एक मोठे पोकळ नळकांडे असते. त्यावर जाळी लावलेली असते. या जाळीतून तंतूव्यतिरिक्त पदार्थ खाली पडतात.

कापडाच्या निर्मितीत कापडास खळ लावतात. रंगीत कापडाच्या कृतीत रंगद्रव्येही मिसळण्यात आलेली असतात. सूत कातताना आणि कापड विणताना कापसातील तंतूना चिकटून बसलेली धूळ वेगळी करणे जरूर असते. अशा धूलियुक्त चिंध्या कागदासाठी बलक करताना जेव्हा वापराव्या लागतात, तेव्हा अनुपयुक्त किंवा अनावश्यक द्रव्ये त्यातून काढून टाकली पाहिजेत. कारण कागदाच्या स्वच्छतेस त्यांमुळे बाधा येते. चिंध्या स्वच्छ करण्यासाठी त्या सामुद्रक्षारात उकळाव्या लागतात. या क्रियेत वापरायच्या क्षाराचे प्रमाण चिंध्याचा दर्जा आणि तयार करायचा कागद यावर अवलंबून असते.

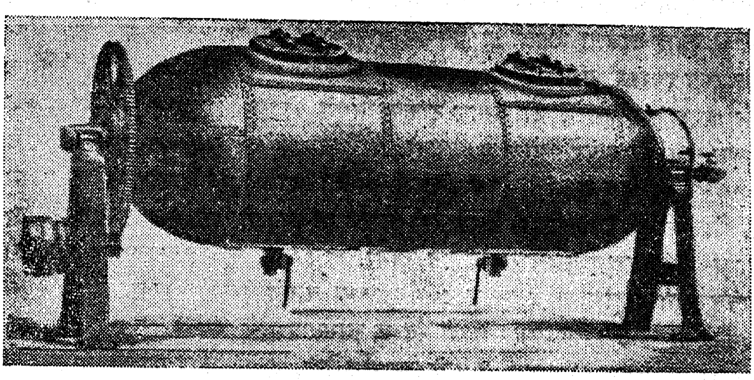
चिंध्याच्या बलकासाठी त्यांच्या वजनाच्या पाच टक्के क्षार पुरा होतो. सामुद्रक्षाराऐवजी खटक्षाराचाही उपयोग (स्वस्ताईसाठी) होतोच. सामुद्रक्षारापेक्षा खटक्षार दुप्पट लागतो. वाफेचा दाब पण सामुद्रक्षारापेक्षा दुप्पट म्हणजे पन्नास पाउंड लागतो. त्याप्रमाणे वेळही दुप्पट म्हणजे दहा तास लागतो. उत्पादन मूल्यातील कसर ही अशाप्रकारे गमावली जाते. आणि तरीही स्वच्छता पुरेशी होत नाहीच. परंतु स्वस्त मालाच्या मागणीमुळे या पद्धतीचा जास्त वापर होतो.

चिंध्या उकळण्यासाठी आठ-दहा फूट व्यासाचे मोठमोठाली रांजणासारखी उकळयंत्रे (बॉयलर) उपयोगांत आहेत. त्यांचा आकार आणि फिरण्याची पद्धती यावरून त्यांचे वेगवेगळे प्रकार होतात. वांटोळे उकळयंत्र शालोपयोगी पृथ्वीगोलाप्रमाणे आडव्या आंसावर अधांतरी टांगलेले असते. या उकळयंत्राचे तोंड वरच्या तक्तपोशीशी समांतर असते. त्यांत कच्चामाल वरून सोडण्यात येतो. दुसऱ्या पद्धतीचे उकळयंत्र लंबगोल असते. त्याची दोन तोंडे निमुळती असून वरच्या बाजूस असतात. त्यास फिरवणारे चाक एका बाजूस असते. चिंध्या उकळताना क्षारविद्रावांतील सामुद्र वेगळा होऊन तंतू व्यतिरिक्त द्रव्यांशी संयोग पावतो आणि साबणासारखा द्रव बनतो. विद्रावातील क्षार जसजसा कमी होतो तसतसे त्यात सामुद्रक्षार टाकत

गेले पाहिजे. अनुपयुक्त वस्तूंचे संयोगीकरण होऊन त्या वेगळ्या झाल्या म्हणजे उकळणे थांबवायचे. या कामास चिंध्याच्या स्वच्छतेनुसार पाच ते दहा तास पुरतात.



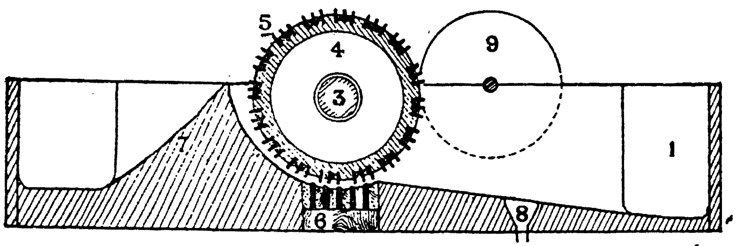
आ. १६ चिन्ध्या उकळण्याचा वाटोळा बॉयलर



आ. १७ लंबगोल बॉयलर

त्या वेळात चिंध्यातील खळ निघून जाते.

उकळून घेतलेल्या चिंध्या परत पिसड-यंत्रात टाकतात. पिसड यंत्राची रचना कणीक तिंबण्याच्या कोळंबीप्रमाणे असते. आत दोन फिरणारी नळकाडी असून त्यापैकी एकावर जाड सुऱ्या बसवलेल्या असतात. शिवाय नळकांड्याखाली समांतर सुऱ्या असतात. त्या स्थिर असतात. हे नळकांडे आणि खालील सुऱ्या यांमधून चिंध्या जातात आणि त्यांची पुरी सफाई होते. सुते वेगळी होतात. उसाच्या चरकातील दोन नळकांडी उत्तरोत्तर जवळ करून रस काढण्यात येतो. त्याप्रमाणे पिसड यंत्रातील नळकांडे खाली करत जावे लागते. दुसऱ्या नळकांड्यावर जाळी बसवलेली असते. तिच्यातून घाण पाणी खाली झिरपते. ते बाजूच्या तोटीतून बाहेर जाते. (आकृती १८ पहा)



आ. १८ पिसड यंत्र

धुण्याच्या कामी विजेचा उपयोग

धुण्याच्या यंत्रात विरंजनचूर्णाच्या द्रावाने धुण्याची क्रिया केली जाते. वेगवेगळ्या प्रकारच्या बलकासाठी निरनिराळ्या आकाराची भांडी वापरतात. विरंजन चूर्णाच्या वाढत्या किंमतीमुळे आता दुसऱ्या एका पद्धतीचा उपयोग करू लागले आहेत. पाण्यात विजेचा प्रवाह सोडला असता ऑक्सिजन वायू वेगळा होतो. कच्च्या मालातील तंतू-व्यतिरिक्त द्रव्यांशी संयोग पावतो आणि त्यांना तंतूपासून वेगळे करतो. परंतु त्यामुळे तंतूस करडा रंग होतो. तो काढून टाकण्यासाठी थोड्या प्रमाणात का होईना पण विरंजन चूर्णाचा वापर करावाच लागतो. याशिवाय हवेतील ऑक्सिजनवर ठिणगीने काही विशिष्ट गुण निर्माण करता येतात. आणि त्या योगाने धुण्याची क्रिया करता येते. विजेची ठिणगी पाडून तयार होणाऱ्या वायूस ओझोन असे नाव आहे. या पद्धतीत विरंजनचूर्ण-प्रक्रियेप्रमाणे रंग जातो. खर्च कमी म्हणजे पाऊणपट येतो. या क्रियेनंतर तयार होणारा बलक आटीव दुधाच्या बासुंदीप्रमाणे दिसतो. हातात घेऊन दाबून पाणी काढले तर पिंजारलेल्या स्वच्छ कागदाप्रमाणे दिसतो.

चिंध्यांचा बलक कसा करावा याचे दिग्दर्शन केले. इतर प्रकारच्या कच्च्या मालात सामान्यतः हीच पद्धत उपयोगी पडते. परंतू कच्च्या मालाच्या वर्गवारीप्रमाणे त्यात

फरक करावा लागतो. त्याचे आता विवेचन करू.

ज्यूट : ज्यूटचे तंतू मजबूत असतात. ज्यूट उकळताना क्लोरीन वायूचा उपयोग मोठ्या प्रमाणात करावा लागतो. उकळण्यात चुना वापरतात. उकळल्यानंतर बराच वेळ मिश्रण तसेच ठेवून नंतर धुण्यासाठी ज्यूट बाहेर काढतात. विरंजन चूर्णाने धुताना त्यातील हायड्रोजनमुळे तंतूस अपाय होणार नाही याची काळजी घ्यावी लागते. ज्यूट सोडा-क्षारातही उकळण्यात येतो.

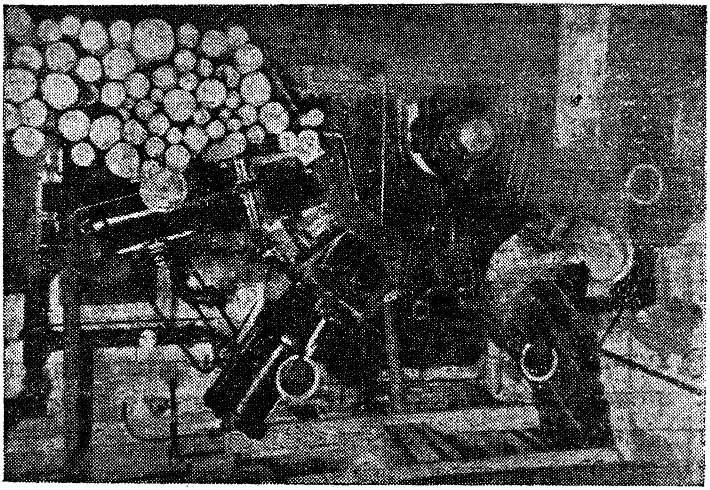
गवत : रौलेजने प्रथम १८७० मध्ये कागदासाठी गवताचा वापर केला. गवतात सुमारे निम्मा भाग कागदासाठी निरुपयोगी असतो. तो वेगळा करण्यासाठी चिंध्या-प्रमाणेच उकळणे, धुणे इत्यादी क्रिया कराव्या लागतात. एस्पार्टो गवत स्पेनमध्ये उगवते. त्याच्या गठड्या येतात. त्या उघडून गवत निवडून प्रथम धूलियंत्रात टाक-तात. धूलियंत्रातून गवत सरकत्या कपड्यावरून उकळयंत्राच्या तोंडात टाकतात. या उकळयंत्राना 'वॉर्मिटिंग बॉयलर' असे नाव आहे. उकळयंत्रात एकावेळी अर्धा टन गवत उकळता येते. पंधरा टक्के क्षारामध्ये १८ किलो दाबाखाली तीन ते चार वेळा उकळावे लागते.

उकळल्यानंतर गवतास चिकटून राहिलेली स्निग्धता आणि बुळबुळीतपणा काढून टाकण्यासाठी गरम पाण्याने धुवावे लागते. एस्पार्टो गवत, गवतापेक्षा थोडे अस्वच्छ आणि जास्त टणक असते. म्हणून त्यावर थोडी तीव्र प्रक्रिया करावी लागते. गवतातूनही एस्पार्टो इतकेच तंतू निघतात. उकळण्यासाठी शेकडा वीस टक्के क्षार वापरावा लागतो. २७ किलो दाबाखाली ३०० अंश (फॅरनाइट) उष्णतामानास पाचसहा तास उकळल्यानंतर गवतातील तंतू वेगळे होतात. ते धुऊन पुढच्या प्रक्रियेसाठी पाठवण्यात येतात.

रद्दी : रद्दी कागदाचा लगदा करण्याचे काम त्यातील तयार तंतूमुळे सोपे असते. भाताच्या गिरणीप्रमाणे असलेल्या यंत्रात त्यावर क्रिया करण्यात येते. रद्दी कागदा-पासून हलक्या प्रतीचा कागद तयार होतो.

लाकूड : कागदासाठी आज भारतात ज्या कच्च्या मालाचा उपयोग होतो त्यात लाकूड आणि बाम्बू हे प्रमूख आहेत. लाकडापासून कागद तयार करणाऱ्या देशात उत्तर अमेरिका आणि उत्तर युरोप यांचा समावेश होतो. ज्या देशात, उदाहरणार्थ इंग्लंड मध्ये, कागदोपयोगी कच्चा माल पुरेशा प्रमाणात उपलब्ध नाही, तिथे लाकडाचा रांधा आयात करण्यात येतो. अन्यथा स्थानिक कच्च्यामालापासून केलेला रांधा, की ज्यात गवत, धान्याचे भूस, चिंध्या, रद्दी कागद आणि इतर वस्तू यांचा समावेश आहे, त्याचा वापर होतो.

लाकडाचा रांधा : लाकडापासून कागदोपयोगी रांधा तयार करण्याच्या तीन प्रमुख प्रक्रिया आहेत. पहिली संपूर्ण यांत्रिक, दुसरी संपूर्ण रासायनिक आणि तिसरी अर्ध-रासायनिक. पहिल्या प्रक्रियेचा खर्च कमी असल्यामुळे स्वस्त वृत्त-कागद आणि



आ. १९ लाकडाचे ओंडके चिरून तुकडे करणारे यंत्र

सामान्य ग्रंथ-मुद्रणकागदात तिचा उपयोग होतो. रासायनिक क्रियेमध्ये लाकडाच्या ढलप्या रसायनासह जास्त उष्णतामानास जास्त काळ उकळाव्या लागतात. त्यात खर्च जास्त होतो. तरी या क्रियेने तयार केलेला कागद दर्जेदार असल्यामुळे त्यास मागणी चांगली असते.

रासायनिक प्रक्रियेने तयार केलेला रांधा कच्च्या मालाच्या वजनाच्या तुलनेने टक्केवारीत कमी भरतो. त्यामुळे महाग पडतो.

यांत्रिक प्रक्रिया : यांत्रिक रांधा तयार करण्यात सूचिपर्णी वृक्ष की ज्यात कमी रेझीन असते असे आणि अशा प्रकारचे वृक्ष निवडण्यात येतात. लाकडाचे ओंडके घर्षण यंत्रावर लावून त्यांचा भुसा करण्यात येतो. या क्रियेत विपुल पाणी लागते. पाण्यात वितळणारी द्रव्ये सोडून इतर सर्व द्रव्ये रांध्यामध्ये राहतात. शिवाय घर्षणामुळे तंतू तोकडे होऊन शक्ती कमी होते. तंतूव्यतिरिक्त अनेक द्रव्ये रांध्यात



आ. २० यांत्रिक रांधा × १००

राहतात. यांत्रिक रांध्यापासून केलेला कागद स्वस्त पडतो. यांत्रिक प्रक्रियेत कच्च्या मालाच्या ७५ ते ९५ टक्के रांधा मिळतो. सामान्य छपाईचा कागद यांत्रिक रांध्यापासून तयार होतो. तो अपारदर्शक असतो म्हणून रासायनिक रांध्यात तो सुमारे ३० टक्के पर्यंत मिसळण्यात येतो. वृत्तपत्र कागदात शेकडा ७० ते ८५ टक्के यांत्रिक रांधा असतो.

रासायनिक प्रक्रिया : लाकडाचे दोन ते चार सेंटीमीटरचे लहान लहान तुकडे करण्यात येतात आणि ते दाबाखाली रसायनात उकळण्यात येतात. लाकडात जे लिग्निन असते ते रासायनिक प्रक्रियेत वेगळे होते. लाकडाचे तंतू वेगळे होतात. त्यांचे बलकात रूपांतर होते. बलक धुऊन घेतल्यावर ४५ ते ५५ टक्के तंतू उरतात. रासायनिक प्रक्रियेत 'सोडा', 'सल्फेट' आणि 'सल्फाइड' असे तीन प्रकार आहेत. या प्रक्रियात वापरलेले रसायन पुन्हा कामी आणता येते.

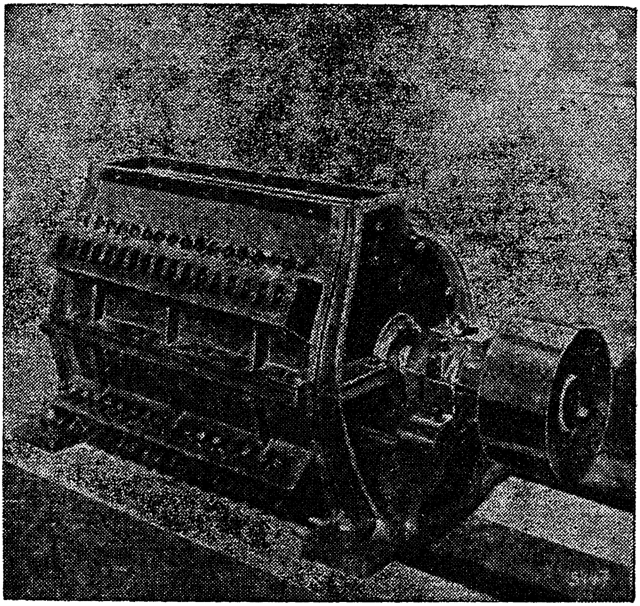
अ) **सोडा प्रक्रिया :** लाकडाचे तुकडे कॉस्टिक सोड्याच्या द्रावणात ऊष्णतामान वाढवून शिजवण्यात येतात. त्यामुळे तंतू वेगळे होतात. मिश्रण धुवून त्यातून द्रावण काढण्यात येते. आणि तंतूमय बलक वेगळा होतो. या रासायनिक पद्धतीचा उपयोग बहुदा सदापर्णी वृक्षापासून तयार करण्याच्या बलकासाठी होतो. तयार झालेला कागद स्वच्छ पांढरा, अपारदर्शक, परंतु कमजोर असतो. पण त्यावर छपाई चांगली होते. या कागदाचा उपयोग नियतकालिके आणि स्वस्त पुस्तके यासाठी होतो.

ब) **सल्फेट प्रक्रिया :** या प्रक्रियेत कॉस्टिक सोडा आणि सोडियम सल्फेट यांचा वापर करतात. सोडियम सल्फेटचा लिग्नो-सेल्युलोज विरळ करण्यात उपयोग होतो. या प्रक्रियेत वाया जाणारे रसायन सोडियम सल्फेटच्या स्वरूपात वेगळे करता येते.

या प्रक्रियेचा वापर मुख्यतः सूचिपर्ण वृक्षाच्या लाकडाच्या बाबतीत करण्यात येतो. त्यात पाइन, फर, स्प्रूस आणि हेमररॅक यांचा समावेश आहे. ह्यापासून तयार होणारा रांधा फिक्या तपकिरी रंगाचा असतो. त्यापासून तयार होणारा कागद मजबूत असतो. म्हणून टणक (क्राफ्ट) कागद त्यापासून तयार करतात.

क) **सल्फाइट प्रक्रिया :** या प्रक्रियेचा उपयोग स्प्रूस, फर आणि हेमलॅक, पाइन आणि इतर कठीण वृक्षाच्या बाबतीत केला जातो. यात वापरल्या जाणाऱ्या द्रावणात कॅल्शियम बायसल्फेट आणि सल्फयूरस ॲसिड यांचा उपयोग होतो. उष्णतामान सें. ११० पर्यंत ठेवून त्यानंतर ते १४० पर्यंत वाढवण्यात येते. त्यामुळे लाकडाच्या तुकड्यातील लिग्निनवर परिणाम होतो. यापासून तयार झालेला बलक फिक्या रंगाचा असतो, आणि सहज पांढरा करता येतो. त्यातील तंतू बळकट असतात. या प्रक्रियेपासून तयार झालेल्या बलकापासून बॉंड, बँक आणि इतर छपाईचे कागद बनवतात. त्यासाठी, विशेषतः बॉंड आणि बँक कागदासाठी,

त्यात थोडा चिंध्यांचा रांधा मिसळण्यात येतो. रासायनिक-रांध्यात यांत्रिक-रांधा मिसळून चांगल्या प्रकारचा वृत्तकागद तयार करण्यात येतो. त्याचप्रमाणे भित्ती-कागद (वॉलपेपर), तैलरोधक (ग्रीसप्रूफ), अतिपातळ (टिशू) आणि वेष्टनाचा कागद तयार करण्यात येतो.



आ. २१ बाम्बूचा चरक

लाकडाशिवाय बाम्बू, धान्याचा भुसा, उसाची चिपाडे, बाम्बू आणि चिंध्या यांचा उपयोग कागद तयार करण्यात होत असतो. बाम्बूच्या ढलप्या करण्यासाठी विशिष्ट यंत्र वापरतात. त्याला आपण चरक म्हणू. (आ. २१) कच्च्या मालापासून कागदोपयोगी रांधा तयार करण्यासाठी चुना-प्रक्रिया, सल्फेट-प्रक्रिया, सोडियम-सल्फाइट-प्रक्रिया, कॉस्टिक सोडा, क्लोरिन-प्रक्रिया आणि यांत्रिक रासायनिक-प्रक्रिया यांचा उपयोग केला जातो

यापैकी चुना-प्रक्रियेचा धान्याचा भुसा, उसाची चिपाडे, बिया आणि इतर कच्चा माल यावर उपयोग होतो. हा कच्चा माल चुन्याच्या पाण्यात (आठ ते दहा टक्के) आठ तास कुजवण्यात येतो. बलक तयार करण्याची क्रिया फिरत्या उकळकामध्ये (रोटरी डायजेस्टर) पाच ते ६० पौंड प्रती चौरस इंच दाबाखाली शिजवतात. याप्रमाणे तयार झालेला बलक धुण्याची जरुरी नसते.

वरीलप्रमाणे तयार केलेल्या बलकापासून छापण्याचा आणि गुंडाळण्याचा कागद तयार होतो. सोडा बलक ६५–७० टक्के चकाकी (ब्राइटनेस) पर्यंत जाऊ शकते.

चिध्यांमध्ये अनेक गोष्टी असतात. त्यात कचरा, बटन, हुक, चांबड्याचे तुकडे इत्यादींचा समावेश होतो. त्यांचाही बलक होतो. लगदा धुवून स्वच्छ करून हायपोक्लोराइट वापरून परत धुवून घेतात. चिंध्यांच्या बलकापासून उत्तम प्रकारचा लिहिण्याचा कागद आणि नोटा छापण्याचा कागद तयार होतो.

गवतासारखा कच्चा माल कागदोपयोगी करण्यासाठी कॉस्टिक सोडा–क्लोरीन प्रक्रिया उपयोगी पडते. गवतापासून तयार करण्यात येणारा बलक तक्तं तसेच तयार करण्यासाठी उपयोगी असतो. गवताचा उपयोग वृत्तकागदात, स्वस्त लिहिण्याच्या आणि छपाईच्या कागदातही होतो.

विरंजन प्रक्रिया :

मऊ लाकडातील २० टक्के लिग्निन आणि कठीण लाकडातील २२ टक्के लिग्निन ढलप्या उकळल्यावर चार ते सहा टक्क्यांइतके कमी होते. विरंजनक्रियेमध्ये हे लिग्निन आणखीच कमी होते. विरंजनाचे कार्य म्हणजे बलक पांढरा शुभ्र करणे. ह्या क्रियेत लिग्निन वितळून जाते आणि इतर रंगद्रव्येही नष्ट होतात. या क्रियेचा उपयोग लिग्निनसारखी अनावश्यक द्रव्ये नष्ट करण्यासाठी होतो. परंतु तंतूंवर अनिष्ट परिणामही होतो. म्हणून विरंजन करताना तंतूवर कमीत कमी परिणाम होईल अशी काळजी घेणे आवश्यक असते.

क्लोरीनिकरण : क्लोरीनमुळे लिग्निन वितळून जाते. आणि राहते ते ऑक्सिडेशन-मुळे वेगळे होते. खालील समीकरणामध्ये क्लोरीन लिग्निनवर काय प्रक्रिया करते ते स्पष्ट होईल.

क्षार निःसारण (अल्कलाइन एक्सट्रॅक्शन) : सल्फाइट बलकामध्ये ९० टक्के क्लोरो-लिग्निन पाण्यात वितळणारे असते. टणक (क्राफ्ट) बलकामध्ये फक्त ५० टक्के लिग्निन पाण्यात वितळते. राहिलेल्या लिग्निनचे निर्मूलन क्षारीय प्रक्रियेने होते. यात १० टक्के सोडियम हायड्रॉक्साइडमध्ये एक तास मिश्रण शिजवावे लागते. टणक बलकासाठी ३० टक्के मिश्रण वापरावे लागते. यासाठी ३० ते ४० सें. उष्णता द्यावी लागते. परंतु टणक कागदाच्या बलकासाठी ७० टक्के सें. उष्णता द्यावी लागते.

हायपोक्लोराइड : ह्यानंतर पुन्हा कॅल्शियम हायपोक्लोराइड वापरून विरंजन करण्यात येते. से सोडियम क्षारापेक्षा जास्त स्वस्त असते. शिवाय प्राणवायूकरण (ऑक्सिडायजेशन्) करून लिग्निन काढून घेता येते. या क्रियेत तंतूंना अपाय होणार नाही, अशा बेताने काळजी घ्यावी लागते. द्रावणांत तंतूयुक्त पदार्थ बारा ते अठरा टक्के, उष्णतामान ३०–४० सें. आणि पी. एच. ९ ठेवतात. ह्याप्रमाणे विरंजन पुन्हा पुन्हा करावे लागले तर मधून क्षारप्रक्रिया करावी त्यासाठी सल्फाइट बलक १ टक्का

हायपोक्लोराइट आणि टणक कागदासाठी २ टक्के हायपोक्लोराइट द्रावण वापरतात.

लाकडाच्या रांधा करण्याच्या दोन पद्धती :

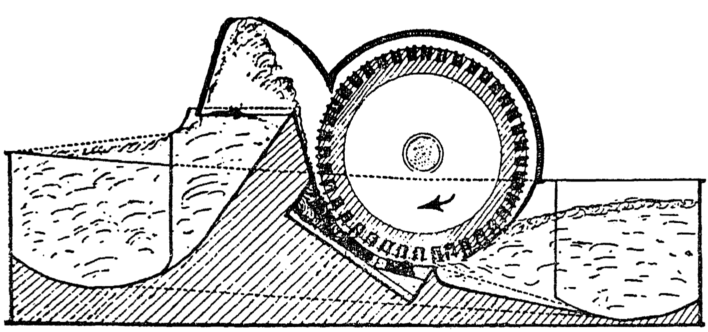
लाकडाचा तयार केलेला बलकच पाश्च्यात्य देशातून इकडे येत असे. कॅनडा, स्वित्झरलंड, जर्मनी, रशिया, फिनलंड इत्यादी देशातून बलकांचे तयार तक्ते निर्यात होतात. आता भारतात लाकडाचा रांधा तयार होतो. त्यासाठी स्वतंत्र गिरण्या निघाल्या आहेत.

लाकडामध्ये एकतृतीयांश भाग तंतूव्यतिरिक्त द्रव्याने भरलेला असतो. त्यास लिग्निन असे म्हणतात. लाकडाच्या ओंडक्याच्या फळ्या पाडून त्यातील गाठी वगैरे कठीण भाग काढून टाकतात. नंतर त्यांचे बारीक बारीक तुकडे बनवतात. व त्यांचे चरकात घालून मर्दन करतात. त्यानंतर त्यांच्यातून घाण व धूळ काढून टाकण्याकरता चाळतात.

कागद निर्मीतीची पूर्वतयारी :

कच्चा माल बलकाच्या स्थितीत असताना ज्या क्रिया केल्या जातात, त्यावर कागदाचा प्रकार, त्यांचा टिकाऊपणा, मजबूती, पृष्ठभाग, रंग इत्यादी गोष्टी अवलंबून असतात. त्यामुळे कागदाच्या कृतीत अत्यंत महत्त्वाचा असा हा प्रांत आहे. कोणत्या कागदास कोणता लगदा घ्यावा, त्यांचे मिश्रण काय असावे, त्यात खनिज द्रव्ये का व कोणती घालावी, रंग द्यायचा असल्यास का व कोणता घ्यावा, खळ किती घालावी इत्यादी सर्व बारीकसारीक परंतु दूरपरिणामी गोष्टींचा विचार करावा लागतो.

मागील प्रकरणात, बलक तयार होईपर्यंतची सर्व कृती दिली आहे. हा बलक एकदम कागद करण्याच्या योग्यतेचा नसतो. त्यातील सर्व तंतू पूर्णपणे सुटे झालेले नसतात. त्यामुळे पुन्हा कुटून तो बारीक करावा लागतो. ही क्रिया मोठाल्या



आ. २२ घोटणा (बीटर)

कोळंबीप्रमाणे (लंबगोल भांडे) असणाऱ्या कुटण्यातून होते. मागील प्रकरणात जे विरंजनाकरता व धुण्याकरता यंत्र सांगितले तशाच प्रकारचा हा घोटणा असतो. (आकृती २२ पहा) ह्यात असलेल्या नळकांड्यास सुऱ्या लावलेल्या असतात. ह्या सुऱ्या निरनिराळ्या प्रकारच्या असून कुटण्याचे प्रकार ज्या प्रकारचा कागद पाहिजे त्यावरून ठरवायचे असतात. टिपकागदामधील तंतू तोकडे असल्याने शोषणक्रिया वाढते. त्यासाठी सुऱ्यांनी हे तंतू तोडले पाहिजेत. म्हणून त्या चांगल्या तीक्ष्ण हव्यात. पण 'लोन', 'लेजर', वगैरे टणक कागदांसाठी सुऱ्या जरा बोथट असाव्यात, कारण त्यांचे तंतू फार तोकडे होता उपयोगाचे नाहीत.

बलक किती वेळ कुटावा तेही कागदाच्या प्रकारावरून ठरते. लिहिण्याच्या पातळ कागदांसाठी दहा-बारा तास, लेजर वगैरे कागदांसाठी सहा तास, छपाईच्या कागदासाठी चार-सहा तास अशा प्रकारे बलक कुटावा लागतो. वृत्तपत्र कागदासाठी दोन तास कुटल्याने पुरे होते, तर टीपकागदाचा बलक एक तास कुटून तयार होतो. ह्यावरून समजून येईल की कागद जितका टणक व तंतू सर्व सारखे लांब असणारा पाहिजे तितके जास्त वेळ कुटावे लागते.

घोटण्यामधील रूळ वर उचलून त्यात माल टाकतात व तो ढवळत असताना हळूहळू रूळ, जितका पाहिजे तितका खाली घेतात. घोटणयंत्राशिवाय 'रिफायनर' नावाच्या यंत्राची क्रिया बलकावर होते. ह्यातही उलटसुलट सुऱ्या असून पिठाच्या गिरणीतील जात्यांप्रमाणे बलक दळून निघतो. त्याच्यातील गुठळ्या, कठीण पदार्थ वगैरे नाहीसे होतात. या यंत्राच्या क्रियेने बलकास सुव्यवस्थित स्वरूप प्राप्त होते.

अशा प्रकारे बलक पूर्णपणे तिंबून तयार झाल्यावर त्यात रंग वगैरे घालायचा असतो. लगदा स्वच्छ असला तरी पूर्ण पांढरा नसतो. तो पांढरा दिसण्यासाठी त्यात नीळ घालतात. हा रंग बहुतेक नीळ-रंग (अल्ट्रामरीन) असतो. ह्याशिवाय रंगीत कागदासाठी अनेक प्रकारचे रंग वापरतात. त्यात ॲनलाइन, सेंद्रिय, निरेंद्रिय, इत्यादी प्रकार आहेत. त्यात अनार्वण रंग हे खनिज असतात. त्यात लोह, मंगल, स्मालट इत्यादी धातूंचे संयुक्त पदार्थ व नीळरंग, प्रशियन निळा, दुधाळी इत्यादी जाती असतात. आर्वण रंग हे वनस्पतीपासून, म्हणजेच दगडी कोळशापासून होतात. ह्यात निळा, तांबडा, हिरवा, जांभळा, पिवळा, काळा इत्यादी सर्व रंग येतात. स्वस्ताई व उठावदारपणा ह्यामुळे यांचा जास्त उपयोग होतो. यांचे पुन्हा मूलग्राही (बेसिक) अम्लयुक्त (ॲसिड), प्रत्यक्ष (डायरेक्ट) असे भाग आहेत. मूलग्राही रंग व अम्लयुक्त रंग जोडीने शिजल्यास पक्का रंग येतो. तो प्रकाशानेही फिकट होत नाही. खळ लावलेल्या अतिपातळ वगैरे कागदात त्याचा उपयोग जास्त होतो. मूलग्राही रंग उठावदार असतात. हा रंग बलकात पूर्णपणे मिसळून गेला पाहिजे. त्याचे ठिपके दिसता नयेत, इथून तिथून अगदी एकसारखा रंग दिसला पाहिजे. बलकात पिष्टमय पदार्थ घातल्यामुळे जिल्हई चांगली होते.

याचवेळी कागदात योग्य प्रमाणात खनिज द्रव्ये मिसळण्यात येतात. त्यास 'भर' (लोडिंग) असे नाव आहे. ह्यामुळे कागदाचे वजन वाढते व तो स्वस्त देणे परवडते. काही प्रमाणात भरीमुळे कागद चांगला होतो, त्यावर जिल्हई चांगली होते आणि मुद्रणात कमी दाब चालतो. कागदातील पोकळ्या भरून निघतात. कागदात शाई शोषण्याचा गुण येतो आणि तंतूंचे पारदर्शकत्व कमी होते, म्हणजे तो अपारदर्शक होतो. मात्र याच द्रव्यामुळे कागदाचा टिकाऊपणा कमी होतो. सर्वत्र वापरलेले जाणारे खनिजद्रव्य म्हणजे चिनीमाती हे होय. याचे रासायनिक नाव अस्मशैलक असे आहे. हे पिवळसर असते. पाण्यात भिजवून आणि त्यात थोडा चिकट पदार्थ घालून याचा उपयोग करतात. याच्या जडपणामुळे काही भाग खाली बसतो. त्यामुळे जितके प्रमाण पाहिजे त्यापेक्षा अस्मशैलक थोडे जास्त घेतले पाहिजे. भर घातलेला कागद पाणी शोषून घेतो व खराब होण्याचा जास्त संभव असतो.

दुसरी द्रव्ये म्हणजे 'पर्ल हार्डनिंग' किंवा 'सॅटिन व्हाइट' इत्यादी. रासायनिक दृष्ट्या खास खटगंधक असे नाव आहे. हे महाग असते. त्याचप्रमाणे चिनीमातीहून चांगलेही असते. याशिवाय बेरियम सल्फेट, टिटॅनियम ऑक्साइड इत्यादी द्रव्ये वापरात आहेत. पैकी टिटॅनियम ऑक्साइड हे वजनास हलके असल्यामुळे पातळ आणि हलक्या वजनाच्या कागदात घालतात. यामुळे मजबूती व अपारदर्शकपणा येतो. याच्या तेल शोषून घेण्याच्या धर्मामुळे तेलाचे कागद करण्यापूर्वी त्यात द्रव्य घालतात.

याच्याहीपेक्षा चांगले अपारदर्शक द्रव्य म्हणजे 'ग्लिलेट' हे होय. 'अॅस्बेस्टॉस' पासून केलेले असल्यामुळे ते तंतूयुक्तच असते. रासायनिक दृष्ट्या हे 'मॅग्नेशियम सिलीकेट' असते. हे फार महाग असते. तरी पण शेकडा ९५ टक्के उपयोगात येते.

टीपकागद व इतर शोषक कागद याखेरीज इतर कागदास पांजणी करतात. यामुळे कागदात शाई शोषून टीपकागदाप्रमाणे वाटोळ्या खुणा होत नाहीत आणि रंगाचा तुकतुकीतपणा टिकतो. याला यंत्रात खळ लावलेला (इंजीनसाइज्ड) म्हणतात. सोडा-राख (सोडा अॅश) व राळ (रेझिन) यापासून बनवलेल्या साबणाचे मिश्रण बल-कात मिसळतात. ह्यानंतर त्यात तुरटी (अॅलम / अॅल्युमिनियम सल्फेट) घालतात. ह्यांच्या मिश्रणाने अॅल्युमिनियम रेझिनेट तयार होते. ह्याचे प्रमाण एकास दोन असे असते. (राळ दोन टक्के व तुरटी चार टक्के.) पुढे कागद गरम नळकांड्यामधून जाताना त्यातील तुरटी फुलून फुटते व खाचातून भरते.

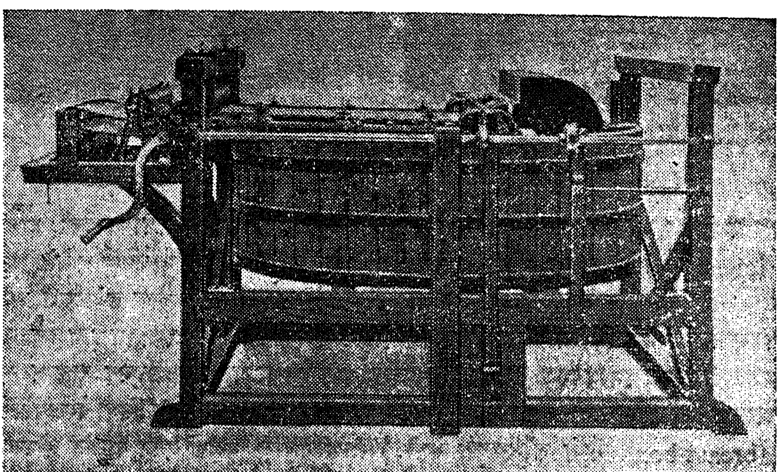
केसिन नावाचे स्वेतकापासून झालेले द्रव्य पांजणीसाठी वापरतात. ह्यामुळे कागदात प्राणिज खळीप्रमाणे (अॅल्ब्यूमेन जिलेटीन साइज्ड) पाणी शोषण्याचा धर्म प्राप्त होतो. तरी पण त्यास प्राणिज खळ लावलेल्या कागदाची सर येत नाही. शिवाय हे द्रव्य महाग असते.

अशा प्रकारे बलकावर सर्व प्रकारच्या क्रिया झाल्यावर पूर्व तयारी संपते. नंतर कागद निर्मितीसाठी बलकाचा प्रवास सुरू होतो.

५

कागद बनवण्याची प्रत्यक्ष कृती

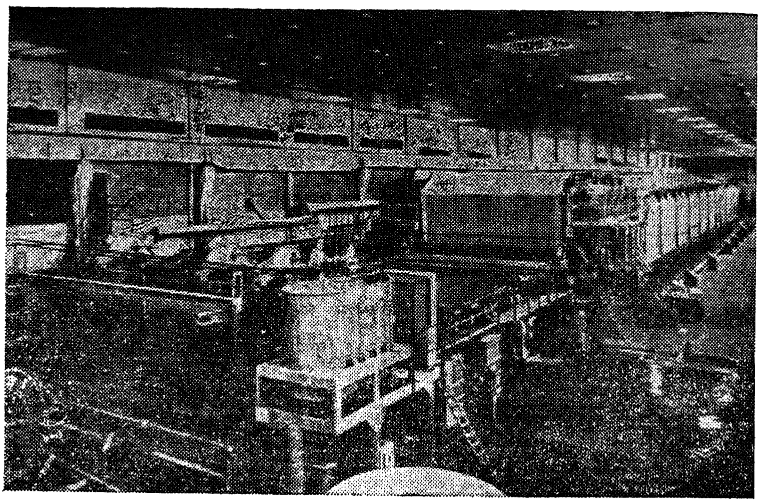
कागद तयार करण्याची क्रिया यंत्रसिद्ध करण्याचा जेव्हा प्रथम प्रयोग झाला तेव्हा तयार केलेले यंत्र हातकागदाच्या कृतीशी जुळणारे होते. कागद बनवण्यासाठी फोड्रिनियर यंत्र आज सर्वत्र उपयोगात आहे. या यंत्रावर छपाईचे, लिहिण्याचे कागद, पातळ कार्ड, क्राफ्ट इत्यादी सर्व तऱ्हेचे कागद तयार होतात. तक्ते तयार करण्यासाठी वेगळे यंत्र उपयोगात आहे. भित्तीपत्रके छापण्याचे कागद (पोस्टर पेपर) बनवण्यासाठी एम. जी.



आ. २३ सुरवातीचे कागद-यंत्र

यंत्र वापरात आहे. हातकागदाचा गुण असलेले टणक कागद (ledger papers) आणि ड्रॉइंग कागद बनवण्यास कमी वेगाने चालणारे मोठा सुलोट (cylinder) असलेले यंत्र वापरात आहे.

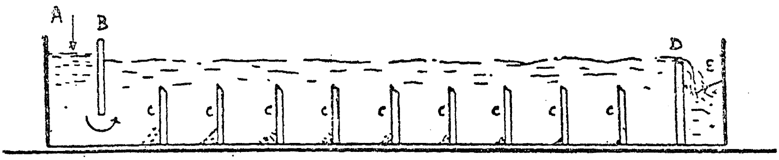
फोड्रिनियर यंत्राची लांबी फार असते. ज्या बाजूने कागदाचा बलक यंत्रावर सोडतात त्याला ओले तोंड (wet-end) म्हणतात. त्या वेळी बलकात विपुल म्हणजे ९९ टक्के पाणी असते. कागद यंत्रातून बाहेर पडतो त्या भागास सुके तोंड (dry-end) असे म्हणतात. या दोन भागांमध्ये कागद दाबणारे, उष्णतेने सुकवणारे, कागदाला जिल्हई देणारे रूळ असतात.



आ. २४ फोड्रिनियर कागद यंत्र : ओले तोंड

यंत्राच्या ओल्या तोंडापाशी एक मोठी वाटोळी, पिंपाप्रमाणे आकाराची, टाकी (chest) असते. त्यात बलक सोडण्यात येतो आणि पाणी मिसळण्यात येते. या टाकीची आतील बाजू सीमेंटच्या थराने मढवलेली असते. बलक ढवळण्यासाठी पंख्याप्रमाणे लोखंडी पाती असलेली भली मोठी रवी असते. या टाकीतून पातळ बलक बाहेर सोडण्याची व्यवस्था असते. (या टाकीच्या ऐवजी आता पाणी, रंग, राळ आणि खनिजे मिसळलेला बलक पंपांमधून सरळ फ्लो बॉक्स (flow-box) किंवा ब्रेस्ट बॉक्स (breast-box) मध्ये सोडण्यात येतो.) टाकीमधील बलक एका पाटात सोडला जातो. त्याच वेळी त्यात आणखी पाणी सोडण्यात येते. पाण्याचा प्रवाह, बलक किती प्रमाणात पातळ करायचा त्या प्रमाणात, नियंत्रित करण्याची व्यवस्था असते. बलकात

एक लोखंडी गोळा तरंगता ठेवलेला असतो. बलक जाड असला तर हा गोळा वर उचलला जातो. त्यामुळे पाणी जास्त सुटते. गोळा खाली गेला की पाण्याचा प्रवाह कमी होतो. याच टाकीत, रंग, राळ आणि खनिजे मिसळण्यात येतात.



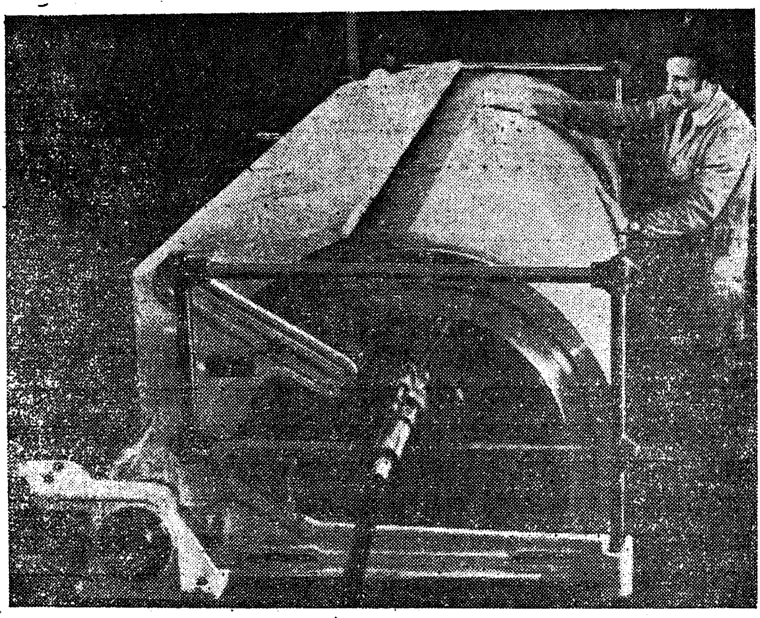
आ. २५ वाळूची हरणी

मिश्रित बलक एका हरणीतून पुढे जातो. ही हरणी मध्ये रुंद केलेली असून तिथे पट्टया बसवलेल्या असतात. रेती, खडे, जड पदार्थ इत्यादी या पट्टयांआड अडकून बसतात. या पट्टयांना रेती अडकून रहावी म्हणून बनात लावलेली असते. हरणीतून बलक स्ट्रेनरवर जातो. स्ट्रेनरमधील जाळीदार नळकांड्यात (ती दोनतीन असतात) बलक गुरुत्वाकर्षणाने शोषला जातो. गुंढळ्या, गाठी, जाड तंतू इत्यादी स्ट्रेनरवरील जाळीवर राहतात. शुद्ध बलक नळकांड्यांमधून बाहेर पडतो. आणि ओल्या तोंडाशी बसवलेल्या (flow-box किंवा breast-box) मध्ये जातो. त्या पेटीकेतून दुसऱ्या एका खालच्या पातळीवर असलेल्या पेटीकेत जातो. या दुसऱ्या पेटीकेच्या पुढच्या बाजूस खाली एक खाच असते त्यातून एका रबराच्या पट्टीवरून बलक तारांच्या जाळीवर चढतो. अलिकडे वर उल्लेखलेली टाकी रद्द झाली असून बलकात पाणी, रंग, राळ, खनिजे मिसळण्याची यांत्रिक व्यवस्था केलेली असते. पातळ बलक तारांवर सोडताना तो जाळीच्या वेगाइतक्या जोराने सोडण्याची व्यवस्था केलेली असते.

ओले तोंड आणि तारांची जाळी

तारांची जाळी फॉस्फर ब्राँझची असते. अलिकडे नायलॉनची जाळी वापरण्यात येत आहे. ही जास्त टिकाऊ असते पण फार महाग पडते. जाळी मिनिटाला २० मिटर ते ६० मिटर पुढे धावते. जाळीची रुंदी जेवढी असेल त्यापेक्षा थोड्या कमी रुंदीचा कागद तयार होतो. जाळीच्या सुरुवातीला ब्रेस्ट रोल आणि शेवटी कौच रोल असतो. जाळी पुढे सरकताना तिच्यावरील बलकाचा थरही सरकतो. जाळीखाली तिला आधार म्हणून धातूचे रूळ असतात. बलक जाळीसह पुढे धावताना त्यातील पाणी खाली गळत असते. तारांची वीण सें. मी. ला २० धाग्यांची असते. पातळ कागद बनवायचा असला तर ही वीण ३० ते ४० धाग्यांची असते. बलक जाळीच्या बाजूने ओघळून जाऊ नये म्हणून बाजूस ज्या पट्टया बसवलेल्या असतात त्याना डेकल स्ट्रॅप्स

(deckle straps) असे नाव आहे. जाळीवरून या पट्ट्या फिरतात. आणि वरून मागे येतात. जाळी खाली पाणी ओढून घेण्यासाठी पॉलीथीनच्या पट्ट्या (blades) ठेवलेल्या असतात. जाळी पुढे गेल्यावर तीवरील बलकाचा थर उचलून बनातीवर घेण्यात येतो. तारांच्या जाळीची रुंदी तयार होणाऱ्या कागदाची रुंदी ठरवते. ती १८० सें.मी. पासून ५६० सें.मी. पर्यंत असते. क्वचित याहूनही जास्त असते. भारतातले मोठ्यात मोठे कागद निर्मिती यंत्र अमलाई येथील ओरिएंट गिरणीत आहे. त्यांची रुंदी ५६० सें.मी. आहे. जाळीच्या वेगावर कागदाचे उत्पादन अवलंबून असते. तारांवर चढण्यापूर्वी बलकात १०० पट पाणी असते. साधारण कागदास दर टनास वीस हजार गॅलन तर चांगल्या कागदास एक लाख गॅलन इतके पाणी लागते. तारांच्या जाळीखाली पाणी शोषून घेणाऱ्या पॉलीथीन पट्ट्या (high-density polythene blades.) असतात. तारांची जाळी सरकत पुढे गेल्यावर, बलकाचा थर पुढल्या रुळावर चढण्यापूर्वी तो एका रुळाखाली दाबला जातो या रुळाला डँडी रूळ (dandy roll) म्हणतात. या रूळावर तारांची जाळी विणलेली असते. तिच्या खाली जाड तारा असतात. तेव्हा कागद उजेडासमोर धरल्यानंतर त्यावर समांतर रेषा दिसतात. अशा कागदास लेड (laid) कागद



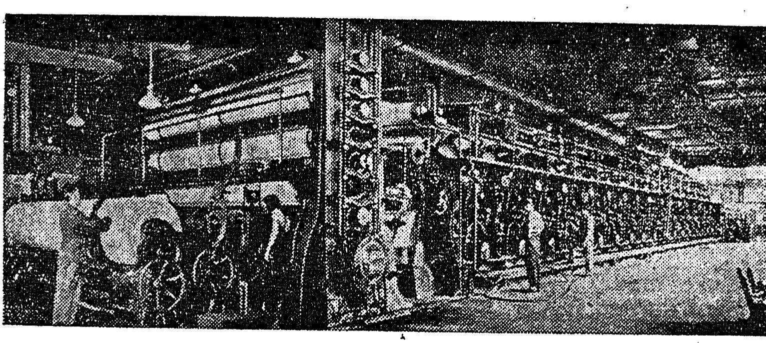
आ. २७ डँडी रोल

म्हणतात. डँडी रुळावर जेव्हा या तारा नसतात तेव्हा सम-वीणेचा (wove) कागद तयार होतो. लिहिण्याच्या कागदास लेड खुणा असाव्यात अशी पूर्वी अपेक्षा असे. जाड लेड कागद पुस्तकांसाठीही वापरात असे. डँडी रूळ दाबून बसवला म्हणजे कागद नितळ बनतो. हलका बसवला म्हणजे फोपसा कागद (antique) तयार होतो. अर्थात फोपसेपणा टिकून रहावा म्हणून सुकवताना काळजी घ्यावी लागते. कागदावरील जलचिन्हांची चर्चा पुढे केली आहे. ही जलचिन्हे फोड्रिनियर यंत्रावरील डँडीरूळावर विणलेली असतात.

पातळ बलक तारांच्या जाळीवरून वेगाने पुढे सरकत असल्यामुळे बालकांमध्ये तरंगत असणारे तंतू लांबीशी समांतर होतात (parallel to the web). ही क्रिया थोडी तरी रोखावी म्हणून जाळी दोन्ही बाजूस हलती ठेवण्याची व्यवस्था केलेली असते. त्यामुळे कांही तंतू रुंदीशी समांतर नाही तरी थोडे आडवे होतात. कागदाच्या बनावटीत या स्थितीला फॉर्मेशन (formation) असे म्हणतात. तयार कागद फाडताना लांबीशी समांतर फाडला (machine direction) तर कमी कष्ट पडतात. रुंदीशी समांतर (cross direction) फाडताना जास्त कष्ट पडतात. आर्द्रता शोषल्यावर कागद रुंदीच्या बाजूने वाढतो. कागदाच्या या गुणधर्माचा छपाईत विचार करावा लागतो. त्यावर पुढे विवेचन केले आहे.

बलकातील पाण्याचे शोषण

कागदनिर्मिती यंत्राच्या ओल्या तोंडात बलक पसरल्यावर जाळीवरून पुढे जाताना त्यातील पाणी खाली ओघळत असते. पुढे शोषक पेट्या ठेवलेल्या असतात त्या पाणी शोषून घेतात. डँडी रूळाच्या दाबाने उरले सुरले पाणी बाहेर पडते आणि बलकाचा थर कौऊच रूळावरून (couch roll) वर उचलून घेण्या इतका मजबूत बनलेला असतो. बलकाचा थर तारांवरून धावत असताना पाणी खाली ओघळते. तेव्हा त्या

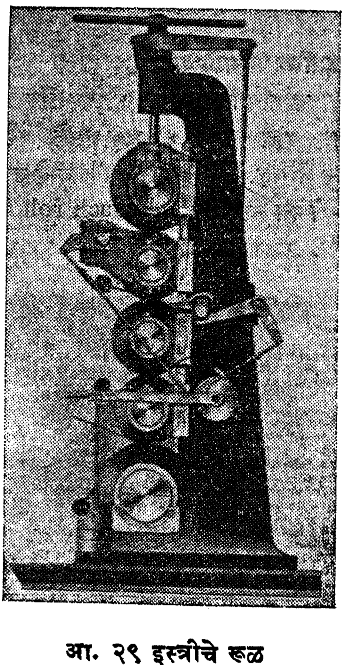


आ. २८ फोड्रिनियर यंत्र : सुके तोंड

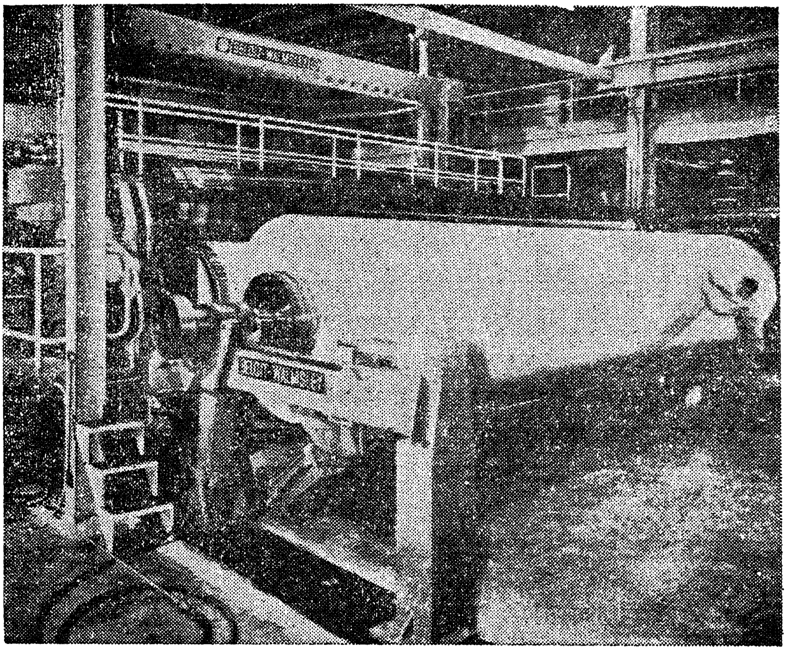
बरोबर वलकातील रंग, आणि खनिजे खालच्या बाजूस जातात. कागदाच्या खालच्या बाजूचा रंग थोडा गडद होतो.

कागद सुकवण्याची क्रिया

कोच रूळावरून कागद पुढे बनातीवरून दाब रूळांच्या जोड्यांमध्ये जातो. हे रूळ मोठाल्या नळकांड्याप्रमाणे असतात. यावेळी पाणी बाहेर पडते. तरी ३३ टक्के पाणी उरतेच. या दाब रूळातून कागद पुढे वाफेने तापवलेल्या नळकांड्यांमधून जातो. उष्णतेने कागदातील आर्द्रतेची वाफ होते. आणि कागद सुकत जातो. गरम नळकांड्यांच्या जोडी मधून गेलेला कागद उलटा करून दुसऱ्या जोडीमध्ये प्रवेश तो या क्रियेत कागद बनाती बरोबर दाबल्यामुळे कागदावर आलेली वीण निघून जाते. दाब-रूळाच्या तिसऱ्या जोडीतून जाताना कागदावरील उरल्यासुरल्या खुणाही नाहीशा होतात. उष्ण रुळांच्या जोड्या दहा ते वीस पर्यंत असतात. रुळांची पहिली जोडी जेवढी गरम असते त्याहून दुसरी जोडी जास्त गरम असते. ही उष्णता उत्तरोत्तर वाढत जाते. या रूळांचा व्यास १३० सें.मी. पासून १६०सें. मी. पर्यंत असतो. उष्णता रूळांमधून आलेला कागद पुढे फिनिशिंग रूळातून (finishing cylinders) जातो. आणि कागदाला जिल्हई होते. यंत्रातून कागद पुढे गेल्यावर तो कॅलेंडर्समध्ये (calanders) जातो. कॅलेंडर्स म्हणजे इस्त्रीचे रूळ. जोडीतील एक रूळ कागदाचा, दुसरा पोलादाचा असतो. ते वेगवेगळ्या वेगाने फिरत असतात. जोडीतील एक रूळ एका वेगाने तर दुसरा रूळ थोड्या जास्त वेगाने फिरतो. यामुळे कागदावर घर्षण होते. आणि जिल्हई वाढते. या रुळांच्या जोडीत कागद जाण्यापूर्वी त्यावर पाणी मारण्यात येते. या क्रियेस चिकणी जिल्हई (calendering) म्हणतात. इस्त्रीच्या रूळातून बाहेर पडलेला कागद गुंडाळला जातो, तेव्हा तो इतका वाळलेला असतो आणि घर्षणाने त्यात इतकी विद्युत साचलेली असते की कागदातून ठिणग्या उडतात. ही विद्युत निघून जावी म्हणून गुंडाळ्यांवर दोन तीन तारा सोडलेल्या असतात.



आ. २९ इस्त्रीचे रूळ



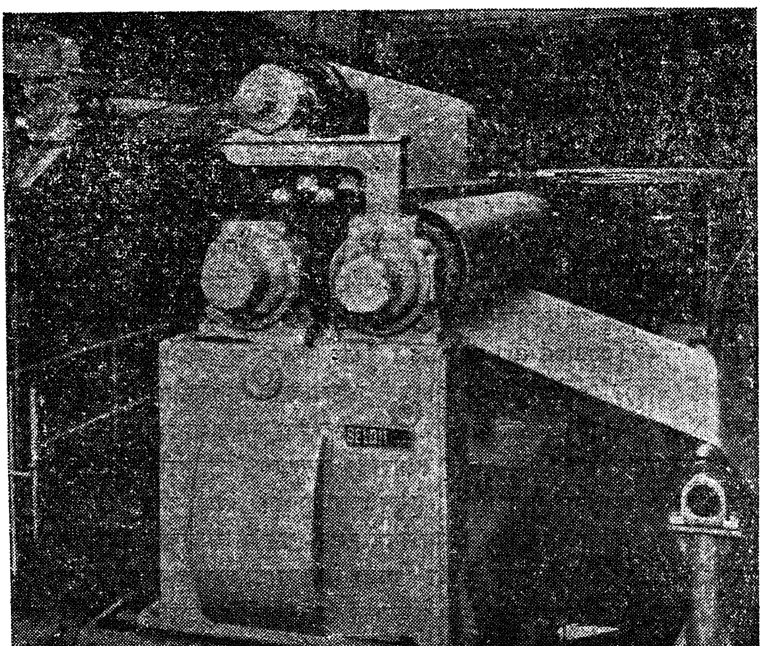
आ. ३० तयार कागदाचे गुंडाळे

कागद वाळवण्याच्या क्रियेत वाफेने तापवलेले रूळ असतात. तसेच पाण्याने थंड केलेले रूळ असतात. त्यांचे काम आर्द्र कागदाला जिल्हई देण्याचे असते. याच वेळी लिहिण्याच्या कागदास खळ आणि जिलेटीनचे आवरण देण्यात येते. (surface sizing) याचा कुंडीत बुडवून पांजणी केल्याप्रमाणे परिणाम होतो. यानंतर लुकणी कला कागदास (coated art papers) लुकण लावण्याची योजना केलेली असते. कुंचल्यानी लुकण लावलेल्या कागदांपेक्षा हे कागद कमी गुळगुळीत होतात. परंतु (machine coated) स्वस्त पडतात. त्यामुळे त्यांना जास्त मागणी असते.

डँडी रूळावर विणलेले जलचिन्ह कागदावर उमटवता येते, परंतु पहिल्या दाब-रूळातून कागद जाताना पुसट होते. म्हणून दाब रूळानी पाणी काढून टाकल्यावर वाळवण्याच्या रूळात जाण्यापूर्वी कागदावर रबरी रूळाने जलचिन्ह उमटवण्याची सोय केलेली असते. कागदाला जादा जिल्हई देण्यासाठी त्यावर पाणी मारून तो यंत्राच्या शेवटी यंत्राचाच भाग म्हणून जे इस्त्रीचे रूळ लावलेले असतात त्यातून कागद दाबून काढण्यात येतो. याला जल-जिल्हई (water-finish) म्हणतात. पाणी न मारता कागद या रूळातून दाबून काढल्याने होणाऱ्या गुळगुळीतपणास यंत्र-जिल्हई (machine-finish) म्हणतात.

कागद तयार करण्यासाठी फोड्रिनियर यंत्रआज सर्वत्र उपयोगात आहे. या यंत्रावर टिशु कागदापासून पातळ कार्डबोर्डपर्यंत सर्व प्रकारचा लिहिण्याचा, छापण्याचा आणि वेष्टणाचा कागद तयार होतो. त्यात दोन्ही बाजूनी जिल्हई असलेला क्राफ्ट कागद, लेजर पेपर, क्रीम लेड, क्रीम ओव्ह, अँटिक, बाँड, बँक, टोपकागद इत्यादी सर्व प्रकार येतात. याशिवाय एका बाजूने जिल्हई असलेले क्राफ्ट, भित्तीपत्रक कागद आणि जाड कार्डबोर्ड बनवण्यासाठी एम. जी. (M. G. machine) किंवा यांकी (yankee) यंत्रे वापरात आहेत. गुळगुळीत बाजूवर छपाई चांगली होते. तर दुसरी बाजू खरखरीतपणामुळे खळीने किंवा गोंदाने चांगल्या प्रकारे चिकटवता येते.

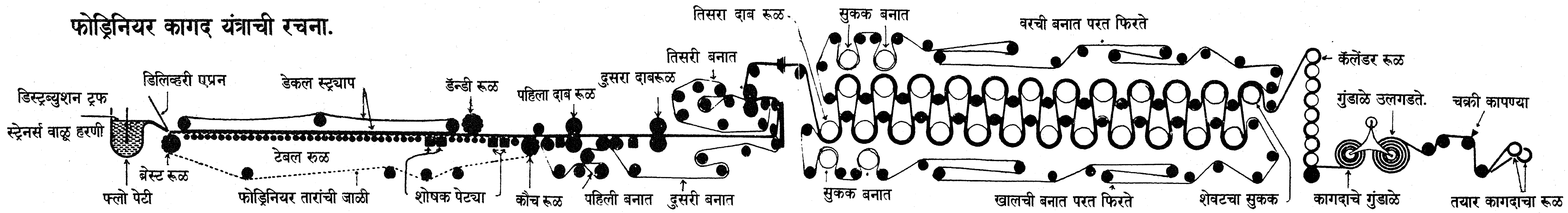
क्राफ्ट त्याचप्रमाणे अन्ब्लीच्ड सल्फाइडवुड (un-bleached sulphide wood) कागद एम. जी. यंत्रावर तयार करतात. या यंत्राचे ओले तोंड फोड्रिनियर यंत्राप्रमाणेच असते. फरक असतात कागद वाळवण्याच्या भागात. कागदाचा ओला थर विशिष्ठ प्रकारच्या बनातीवरून रबर वेष्टीत जड रूळ आणि वाफेने तापवलेल्या मोठा सुलोट यामधून जातो. हा सुलोट सुमारे सहा मिटर व्यासाचा असतो. त्याचा



आ. ३१ खळ लावणारे यंत्र

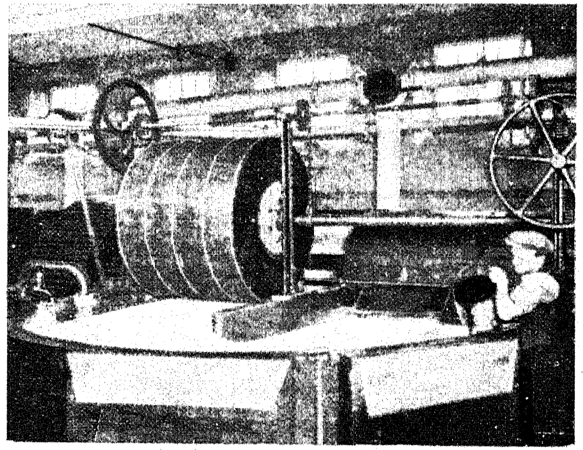
कागद यंत्राची रचना

फोड्रिनियर कागद यंत्राची रचना.

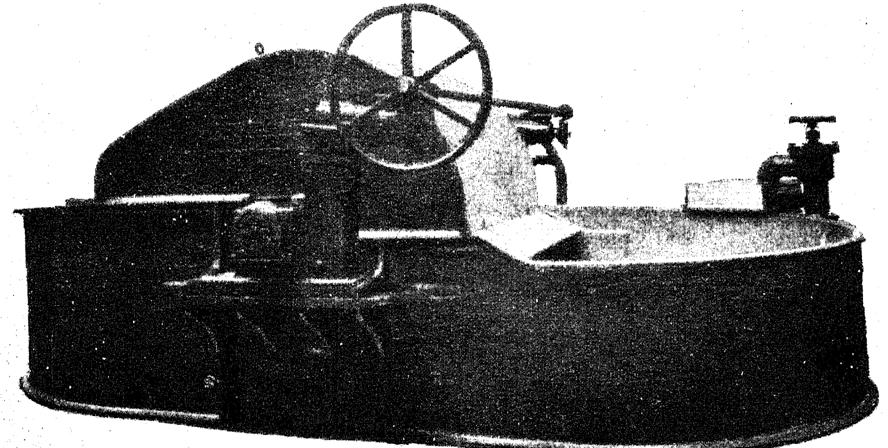




लंबगोल उकळकामधून उकळलेला कच्चामाल बाहेर पडत आहे.



बलकस्ट्रेनर. बलकांतील गुंड्या कचरा काढून टाकण्यासाठी याचा वापर होतो.



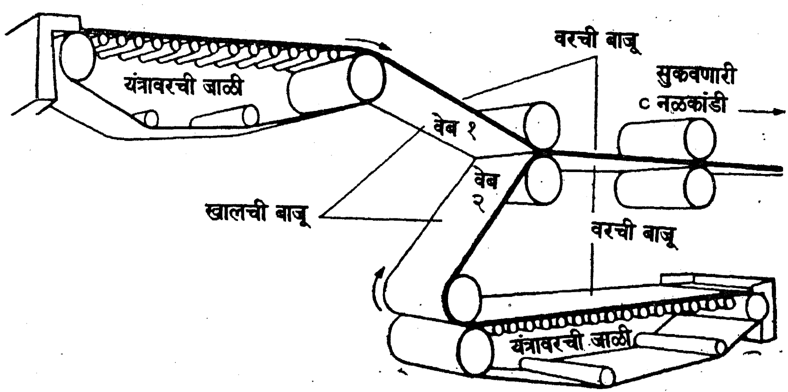
हॉलंडर घोटणा, १०००, पौंडक्षमता.

पृष्ठभाग अगदी गुळगुळीत केलेला असतो. कागदाचा ओला थर या सुलोटाच्या पृष्ठभागास चिकटून पुढे जातो. आणि वाळतो. कागदाची जी बाजू सुलोटास चिकटते त्या बाजूस उत्तम जिल्हई होते. क्राफ्ट कागदाच्या एका बाजूस ज्या फासळ्या खुणा दिसतात तो परिणाम बनातीच्या विशिष्ठ वीणेपासून मिळतो.

सुरकुतवलेला कागद (creped paper) एम. जी. यंत्रावर तयार करण्यात येतो. एम. जी. सुलोटावरून कागद उचलून घेताना या सुरकुत्या ठेवण्याची व्यवस्था असते. अशा कागदाची ओढ कमी असते. ती जास्त पाहिजे असेल तर कागदाच्या ओल्या थरावर यंत्रातून बाहेर पडल्यानंतर विशिष्ट क्रिया करावी लागते.

बहुजाळी यंत्रे (twin wire machine)

फोर्ड्रिनियर यंत्रावर कागद तयार होताना जाळीला लागलेली बाजू थोडी असम राहते. वरची बाजू त्या मानाने साफ असते. हा भेद काढून टाकण्याचे काम जिल्हई सुलोट करतात. तरी थोडा भेद राहतोच. पुस्तकातील पानात कागदाची उलट सुलट बाजू समोरासमोर आल्यामुळे वाईट दिसते. शिवाय उलट बाजूस (wrong side) भुसा येतो. प्रतिरूप मुद्रणात हा भुसा प्लेटवर येऊन ती वरचेवर साफ करावी लागते. हा दोष काढून टाकण्यासाठी तारांच्या जुळ्या जाळ्या (twin wires) वापरण्यात येतात. या जाळ्या वेगळ्या पातळ्यांवर असतात.



आ. ३२ तारांच्या जुळ्या जाळ्या

या दोन जाळ्यांवर कागदाचे दोन थर तयार होतात. आणि ते थर जाळीची बाजू मध्ये घेऊन दाब रुळांत देतात. अशा कागदात जलचिन्ह नसते आणि वजन ५० जी. एस. एम. हून कमी ठेवता येत नाही. दोन बाजूंचे कागद (duplex) याच यंत्रावर तयार होतात. दोन जाळ्यांवरील थर वेगवेगळ्या रंगांचे ठेवता येतात. तीन जाळ्यांच्या यंत्रावर तीन थरांचा कागद किंवा बोर्ड (triplex) तयार

होतो. त्यात मधला थर कमी प्रतीच्या बलकाचा रद्दी कागदाचा किंवा यांत्रिक रांध्याचा असल्यामुळे किंमत कमी ठेवता येते.

कागद बनवणारे सुलोट यंत्र (cylinder machine)

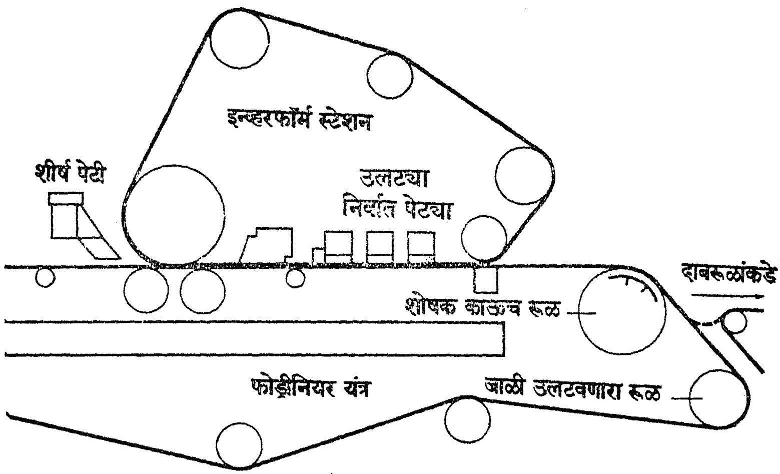
जॉन डिकिनसनने १८०९ मध्ये एक वेगळ्याच प्रकारचे कागद यंत्र बनवले. या यंत्रात बलक एका मोठ्या दोणीमध्ये ठेवण्यात येतो. या दोणीत बलक आणि पाणी मिसळून सोडण्यात येते. त्यात वर तारांची जाळी असलेला माल मोठा सुलोट (large cylinder) आधारलेला असतो. हा दोणीतील मिश्रणात फिरत असतो. बलकातील पाणी तारातून गळते ते बाजूनी बाहेर पडते. कागदाचा ओला थर तारांचा सुलोट आणि कौच रोल यामधून बाहेर पडतो आणि बनातीवरून दाब रूळात जातो. अशा प्रकारे तयार होणारा कागद हात-कागद सदृश असतो. त्याच्या वीणेत यंत्रसिद्ध कागदाप्रमाणे काही तंतू वेगाशी समांतर होतात. हात कागदात कागदाच्या कडा खडबडीत असतात. तशा त्या मोल्डमेड कागदात नसतात. मोल्ड-मेड कागद किमती पुस्तकांसाठी, चित्रे काढण्यासाठी आणि खाजगी पत्रव्यवहारा-साठी वापरात आहेत. चांगले ड्रॉइंग कागद याच यंत्रावर तयार करतात. कागद सुलोटापासून उचलून घेतल्यावर फोड्रिनियर यंत्राप्रमाणे दाब रूळातून गरम रूळातून आणि जिल्हई-रूळातून जातो ड्राइंगकागदाच्या कृतीत सुलोटावरच असलेल्या खाचां-मुळे तुकडे करण्याची व्यवस्था केली जाते. त्यामुळे चारी बाजू खडबडीत राहतात. तुकडे बाहेर पडल्यावर हाताने उचलून विट्टीत ठेवतात. त्या स्थितीत त्यात ६५ टक्के पाणी असते. पुढील क्रिया हात कागदाप्रमाणेच असते.

वरील यंत्राशिवाय वेगळ्या प्रकारचे यंत्र कागद आणि तक्ते तयार करण्यासाठी अलिकडे वापरात आले आहेत.

कागदी पुठ्ठे (paper board) **तयार करण्याची कृती**

पुठ्ठे म्हणजे जाडा कागद. तो साधारणत: फोड्रिनियर मशिनवर बनविण्यात येतो आणि २२० जी.एस्. म्. किंवा जास्त वजनाचा (substance) असतो .त्याला कागदी पुठ्ठा असे म्हणतात. सुलोट साचा यंत्रावर (cylinder mould machine) पुठ्ठे तयार होतात तसे कागदही तयार होतात हे वर सांगितले आहे. फोड्रिनियर किंवा सुलोट साचा यंत्रावर तयार केलेले जाड कागद, दोन, तीन, चार असे एकत्र चिकटवून त्याचे द्विपत्री तक्ते (duplex board) बनवण्यात येतात. मिलबोर्ड (mill board) हे पुस्तकांच्या बांधणीत वापरात येतात. (विशेषत: जाड पुस्तके, विश्वकोश, शब्दकोश वगैरे.) हे तक्ते तयार करण्याची विशिष्ट पद्धती आहे. फोड्रिनियर किंवा सुलोट साचा यंत्रावर बनवलेला कागदाचा ओला थर एका लाकडी नळकांड्यावर गंडाळण्यात येतो. जेवढा जाड मिलबोर्ड पाहिजे तेवढे वेढे झाले म्हणजे पूर्वनियोजित

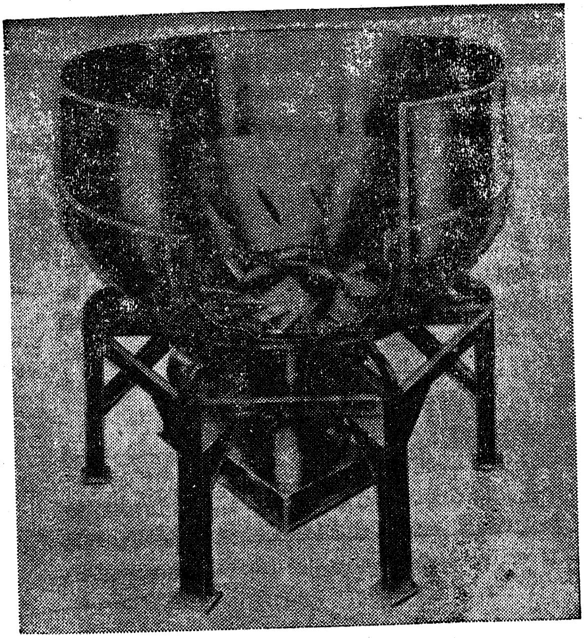
घंटा वाजते आणि एका सुरीने ते गुंडाळे कापण्यात येते. म्हणजे त्याचा लंबचौकोनी तक्ता बनतो. असे तक्ते त्यामध्ये कापड ठेवून दाबण्यात येतात. तक्त्यांना पकड चाप (nip-press) लावून गरम हवेतून वाहून नेल्याने ते वाळतात. ते मग थंड करून रापवण्यात येतात. या क्रियेस 'मिलिंग' असे नाव आहे. त्यावरून मिलबोर्ड असे नाव पडले. पंधरा वीस थरांचे तक्ते सुकवण्यापूर्वी दाबून घऊन जे तक्ते बनतात त्याना प्रेस बोर्ड (press board) असे नाव आहे ते घन आणि पातळ असतात.



आ. ३३ इन्व्हरफॉर्म स्टेशन

पुठ्ठे बनवण्याची क्रिया एकसंध असते म्हणजे त्याच्या जाडी प्रमाणे जितके थर घ्यायचे असतील तितके थर एकाच वेळी तयार झाले पाहिजेत, म्हणजे ते ओले असतानाच ते दाबता येतात. पुठ्ठ्यासाठी बहुदा रद्दी कागद, कच्चा माल म्हणून वापरात आहे. त्रिपत्री पुठ्ठ्यात मधला थर कमी प्रतीच्या कागदाचा असतो. पेट्या बनवण्यासाठी अशा प्रकारचा पुठ्ठा वापरतात. बाहेरच्या बाजूस सल्फाइट रांधा (sulphite pulp) वापरतात. एकाच बाजूने मुद्रण करायचे असले तर द्विपत्री पुठ्ठ्यात एक बाजू कमी प्रतीच्या रांध्याची असते. त्रिपत्री पुठ्ठ्यात दोन बाजूंचा रंग वेगवेगळा ठेवता येतो. मजबूत पुठ्ठ्यात एका बाजूस सल्फाइट रांधा आणि दुसऱ्या बाजूस क्राफ्ट कागद वापरतात, मध्ये रद्दी कागदाच्या रांध्याचा थर, पुठ्ठ्यात वापरायचा रद्दी कागद फक्त कुटून घ्यायचा असतो. त्यात तंतू वेगळे होतात. जास्त रासायनिक किंवा यांत्रिक क्रिया करायची नसते. कारण तंतू एकदा उकळून

स्वच्छ केलेलेच असतात. वरील क्रियेत एक विशिष्ठ यंत्र वापरले जाते; त्याला हैड्रापल्पर (hydrapulper) असे नाव आहे.



आ. ३४ हैड्रापल्पर पिसडयंत्र

यायंत्रात रद्दी कागद मिसळला जात असतानाच तो धुण्यात येतो. हा लगदा आणखी स्वच्छ करण्यासाठी स्ट्रेनर यंत्र वापरले जाते. लगद्यातील आर्द्रता शोषण कमी व्हावे म्हणून राळ आणि तुरटीची पूड घालण्यात येते. प्रत्येक थराच्या दोणीत जाणारा लगदा त्या दोणीसच जोडलेल्या पन्हळी मध्ये मिसळावा लागतो. दोणीतून उचललेले बलकाचे थर एकाच बनातीवरून एकत्र होऊन पुढे जातात. हे शक्य व्हावे म्हणून दोन ते आठ दोण्या एका पुढ एक मांडाव्या लागतात. तयार थरात बरेच पाणी असते. हे पाणी दाब देऊन अंशत: काढून टाकण्यात येते. आणि नंतर ते थर दाबात घालण्यात येतात. पहिले दोन दाब शोषण पद्धतीचे असतात. पुढच्या दाबरूळात वरची नळकांडी अतीगुळगुळीत पोलादाची बनवलेली असतात. कागद वाळवण्याची व्यवस्था फोड्रिनियर यंत्राप्रमाणेच असते. पुठ्याच्या जाडीप्रमाणे वाळवणाऱ्या नळकांडयांचा जोडया जास्त असतात. पुठ्ठयाची यंत्रे फोड्रिनियर यंत्रापेक्षा बऱ्याच कमी वेगाने चालत असल्यामुळे बाहेर पडत असतानाच पुठयाचे तुकडे पाडता येतात. जाडपणामुळे गुंडाळणेही कठीण म्हणून ही पद्धत सोईची ठरते.

६

सफाई खाते

कागद बनवणाऱ्या यंत्रातून कागद बाहेर पडल्यावर गिरणीतून बाहेर पाठवीपर्यंत ज्या गोष्टी कराव्या लागतात त्या या खात्यात (finishing department) केल्या जातात. ही कामे म्हणजे जादा जिल्हई करणे (high finish), पृष्ठभागाची पांजणी (surface sizing) लुकण लावणे (coating) , तुकडे करणे, रीमे बांधण, रोटरी यंत्रावर वापरायच्या कागदाची रीळे बांधणे, त्यावर जरूर ती माहिती असलेली लेबलें चिटकवणे. कुंचल्याने लुकण लावण्याचे कामही तयार कागद झाल्यावरच करण्यात येतें.

कागदाला जिल्हई चांगली व्हावी, आर्द्रता शोषण्याचा दोष कमी व्हावा, म्हणून बलकातच राळ (rasin) टाकतात. राळ म्हणजे पाइन वृक्षाच्या बुंध्यातून काढलेला चीक. वृक्षाच्या बुंध्यातून रबराच्या झाडाला करतात त्याप्रमाणे खाच पाडून ठेवल्याने त्यातून चीक पाझरतो. ह्याचे पाण्यात ऊर्ध्वपत्तन (distillation) केलें म्हणजे त्यातील टर्पेंटाइन उडून जाते, आणि खाली साका राहातो. तीच राळ. गरम पाण्यात थोडे दुग्ध प्रथिन (casin) टाकून घुसळल्याने पायस (emulsion) तयार होते. तें कागदाच्या बलकात घालतात. राळेबरोबर नंतर तुरटीची पूड टाकली पाहिजे. त्यामुळे मिश्रणातील राळ फुलून सूक्ष्म परमाणूत परावर्तित होते. कागदाच्या कृतीत वापरलें जाणारे पाणी जड असले (अफेनद) तर द्राव अल्कधर्मी (alkaline) होतो. त्यात जास्त तुरटी टाकावी लागते. ती अम्लधर्मी (acidic) असते. १०० कि. ग्रॅ. तंतूना ०.७५ ते ३ कि. ग्रॅ. राळ आणि २ ते ६ कि. ग्रॅ. तुरटी घालावी लागते.

कागद वाळवण्याऱ्या रूळातून जाताना गरम रूळांच्या संपर्काने राळ फुलते आणि

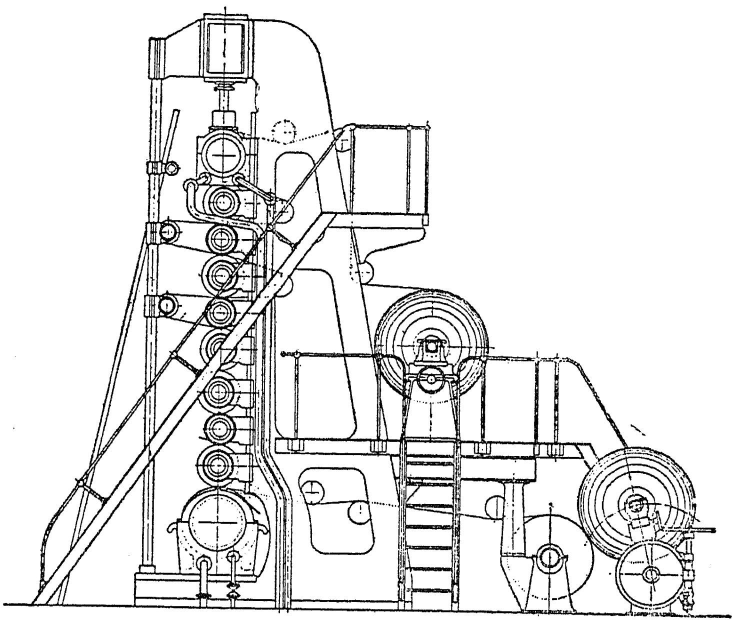
तंतूंच्या मधील जागा भरून निघतात. तंतूंची टोकें आच्छादली जातात. या पद्धतीस यंत्रगत पांजणी (engine sizing) म्हणतात. राळ टाकली नाही तर जलाकर्शक कागद तयार होतो. अशा कागदावर टिंब ठसे (half tone) छापता येत नाहीत. हा कागद ओला झाला तर खराब होतो. लिबलिबित होतो. बहुतेक सर्व छापण्याच्या कागदास आणि साधारण लिहिण्याच्या कागदास यंत्रगत पांजणी करतात. ही द्रव्ये बलकात घातल्याने कागदाचा पाणी शोषण्याचा गुणधर्म फार कमी होतो. वेष्टनाच्या कागदात यांचा उपयोग करतात. बलकात सोडियम सिलिकेट (sodium silicate) किंवा वॉटरग्लास आणि तुरटी घातल्याने चांगली पांजणी होते. भारी किंमतीच्या लिहिण्याच्या कागदास, लेजर कागदास पृष्ठभागावर पांजणी (surface sizing) करतात. या क्रियेचे दोन प्रकार आहेत. यंत्रामध्येच गरम रूळातून कागद जात असताना मध्ये खळ किंवा जिलेटिन ठवलेल्या दोणीतून तो बुडवून पुढच्या रूळात घालायचा म्हणजे कागदात जिलेटिन मुरते आणि रूळ गरम असल्यामुळे जिलेटिन (gelatine) वाळते. दुसरा प्रकार म्हणजे कागद तयार होऊन वाळल्यावर तो जिलेटिनमध्ये बुडवून काढायचा (gelatine sizing) आणि त्यावर जिल्हई करायची. यांत्रिकी पांजणीत राळ आणि तुरटी शिवाय अन्य रसायनांचाही उपयोग होतो.

लेजर कागद, दस्त ऐवजाचे कागद आणि नोटांचे कागद यास दुसऱ्या प्रकारची पांजणी करतात. त्या पांजणीस कुंडी पांजणी (tub-sizing) म्हणतात.

कागदाला जिल्हई करण्याचे अनेक प्रकार आहेत. यंत्रसिद्ध कागद गुंडाळण्यापूर्वी इस्त्रीच्या रूळातून दाबून काढण्यात येतो. जिल्हई न केल्यास कागदास नॉट (nott finish) पृष्ठ भागाचे (फोपसे) कागद म्हणतात. असे कागद म्हणजे अँटीक किंवा फेदरवेट, आणि टीप कागद होत. यंत्र जिल्हई केलेला कागद मशीन फिनिश्ड म्हणून ओळखला जातो. रूळातील दाब वाढवल्यामुळे जादा जिल्हई (calender finish) होते. त्यालाच कवट-जिल्हई (egg finish) किंवा इंग्लिश फिनिश असे नाव आहे. या प्रकाराची जिल्हई कागद यंत्रामधून बाहेर पडण्यापूर्वीच करता येते. यंत्राच्या शेवटी बसवलेल्या जिल्हई रूळात कागद जाण्यापूर्वी त्यावर पाणी शिंपडण्यात गेले. मग जिल्हई होते. याला जल जिल्हई (water finish) म्हणतात. या प्रकरणात यंत्रातून गुंडाळ्याच्या रूपात कागद बाहेर पडल्यावर त्याला जी विशेष जिल्हई करण्यात येते त्या क्रियेला सूपर कॅलेंडरींग (super calendering) असे म्हणतात. यंत्रातून बाहेर पडलेल्या गुंडाळ्यातून कागद उलगडत जातो त्यावर पाण्याचा फवारा मारण्यात येत असतो. त्याने २० टक्के पर्यंत आर्द्रता येते. शिवाय इस्त्री यंत्रातच पितळेच्या नळकांड्यातून वाफ सोडण्यात येते.

सूपर कॅलेंडर यंत्रात रूळांच्या चार ते सात किंवा जास्त जोड्या असतात. या जोड्या जोडीत एकेक रूळ वाफेने तापवलेला लोखंडी असून दुसरा कागदाच्या लगद्याचा असतो.

या रूळांचा वेग वेगवेगळा असल्यामुळे कागदावर घर्षण होते. आणि जिल्हई होते. यामध्ये कागदाची जाडी घटते. साध्या जिल्हईत २५ टक्के जाडी घटते. तर विशेष जिल्हईत ती ४० टक्के घटते. शिवाय कागद अर्धा पारदर्शक बनतो म्हणून अशा कागदाच्या बलकात इतर कागदाहून जास्त प्रमाणात खनिज भर (loading) घालतात. कागदाचे वजनही थोडे जास्त ठेवावे लागते. कागदावर जलचिन्ह (नकली) उमटवायचे असले तर ते एका कॅलेंडर रूळावरून कोरून ठेवलेले असते.



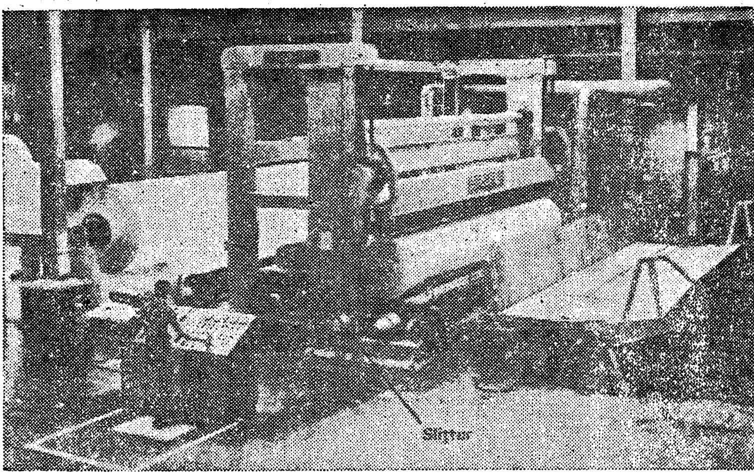
आ. ३५ सूपर कॅलेंडर यंत्र

दुसरा कागदाचा रूळ, त्यामधून कागद दाबून काढतात. या यंत्रात एका वेळी तीन चार कागद दाबता येतात. विशिष्ट जिल्हईहून फ्रिक्शन ग्लेझिंग, फ्लिट ग्लेझिंग, ब्रश फिनिश असे आणखी प्रकार आहेत. कागदाची गुंडाळी उभी कापणे (slitting) आणि आडवे तुकडे पाडणे किंवा रोटरी यंत्रावर वापरण्यासाठी त्याची परत गुंडाळी करणे (re-reeling) ही कामे यानंतर करायची असतात.

कागद यंत्रावर जो कागद तयार होतो तो ७० ते ३०० इंच इतका रुंद असतो. त्याची कमी रुंदीची रीळे करणे किंवा विशिष्ट आकाराचे तुकडे करणे हे काम सफाई खात्यात होते.

या यंत्रावर एका वेळी अनेक गुंडाळी लावली जातात. ती उलगडून पुढे जाताना

कापण्यात येतात. त्याच प्रमाणे रुंदीत विभागण्यात येतात (slitting) आणि आडवे कापून त्याचे तुकडे पाडण्यात येतात. रोटरी यंत्रांसाठी लागणारी रीळे याच यंत्रावर रुंदीत कापून कागदाच्या नळकांड्यावर (core) गुंडाळण्यात येतात.



आ. ३६ कागदाची रीळे कापणारे यंत्र

कागदाच्या बनावटीत हा विभाग फार महत्त्वाचा आहे. कागदाची गुंडाळी बनवताना त्यात फाटलेला भाग असता नये. याची काळजी घ्यावी लागते. कारण मध्ये फाटलेला कागद वेगवान यंत्रावर वापरताना यंत्र थांबवावे लागते. थांबवले नाही तर पुढच्या काही पानांवर पुढे मागे मजकूर छापला जातो (set-off). त्या प्रती रद्द होतात. जो कागद तुकड्यांच्या स्वरूपात (sheets) अक्षर वा प्रतिरूप मुद्रणात वापरायचा असतो, तो रुंदी-लांबीत बरोबर असला पाहिजे. त्याचे कोपरे तुटलेले असता नयेत. किंवा मध्ये फाटलेले कागद असता नयेत. फाटलेला कागद आला म्हणजे स्वयंचलित यंत्र थांबते. कागदाचे तुकडे पाडल्यावर ते मोजताना त्यातून फाटके कागद काढून टाकण्यात येतात. या कामास निवड (sorting) आणि मोजणी (counting) असे म्हणतात.

जलचिन्हयुक्त कागद जेव्हा यंत्रावर तयार होतो तेव्हा त्यात डँडी रूळाच्या योगाने जलचिन्ह उमटवण्यात येते, किंवा खास यंत्रावर कागद दाबून जलचिन्ह उमटवण्यात येते हे वर सांगितले. असे कागद कापून त्याचे तुकडे करताना फार काळजी घ्यावी लागते. काढलेले जलचिन्ह कागदाच्या तुकड्यांवर विशिष्ठ जागीच राहिले पाहिजे. लिफाफे तयार करण्यासाठी जो कागद वापरात यायचा असतो त्याची कापणीही व्यवस्थित होणे जरूर असते. कागदावर पंच ठेवून लिफाफ्यांना योग्य असे

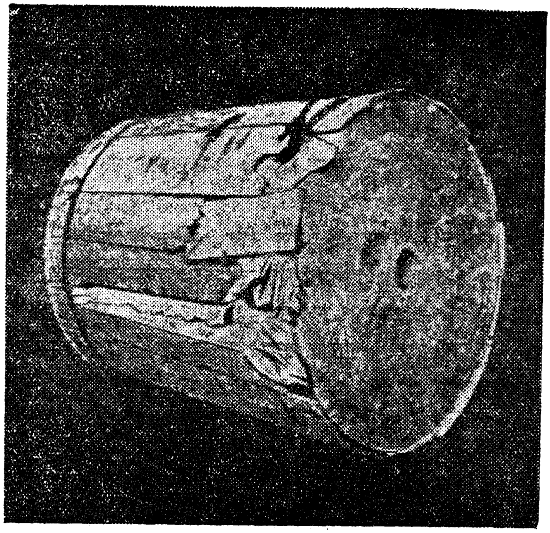
तुकडे कापायचे असतात. त्यात कागद वाया जाऊ नये म्हणून तो काटकोनात न कापता तिरका कागद कापण्याची व्यवस्था करावी लागते. तशी जलचिन्हे मांडावी लागतात.

छपाईपूर्वी रीमातील कागदास छाट मारून घण्याचे काम मुद्रणालयात करण्यात येते. छाट मारलेला कागद स्वयंचलित यंत्रावर व्यवस्थितपणे चालतो. हे काम कागदाच्या गिरण्याही करून देतात. असा कागद मागवताना तो 'गिलोटीन ट्रिम्ड' असावा ही गोष्ट स्पष्ट करावी लागते. त्यास थोडा जास्त आकार पडतो. कागदाचे विशिष्ठ आकारात तुकडे केल्यानंतर ते मोजून रीमात बांधायचे असतात. त्यापूर्वी एक गोष्ट ध्यानात ठेवायला हवी. कागद तयार होत असताना त्यातील तंतू लांबीशी समांतर होतात हे पूर्वी सांगितले आहे. त्या बाजूने कागद कमी लांबतो किंवा आक्रसतो. या दिशेस मशीन डायरेक्शन म्हणतात. मुद्रकास मदत व्हावी म्हणून रीमांवर ही दिशा दाखवली पाहिजे. रोटरी कटरवर कागदाचे तुकडे करताना मूळ लांबी लक्षात ठेवून ती रीमावर दाखवायला हवी.

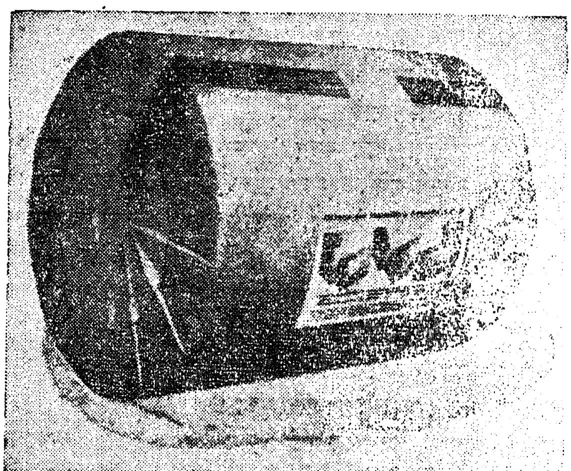
रीमातील कागदांची संख्या ठरलेली आहे. लिहिण्याचे कागद ४८०, छापण्याचे ५०० किंवा ५१६ अशी रीमे बांधण्यात येतात. ५१६ कागद रीमात बांधण्याची पद्धती अजून आपल्याकडे प्रचलित नाही. रोटरी कापणी यंत्रावर कापलेल्या कागदात काही फाटके कागद असतात. हे कागद मोजताना काढून टाकण्यात येतात. याला निवड (sorting) म्हणतात. कागद मोजतानाच मोजणीदार फाटके कागद अगदी सहजपणे काढून टाकतो, आणि रीमे बांधतो.

याच वेळी पातळ किंवा जाड कागद हेरून ते बाजूला करता येतात. आणि मोजणीदार हे काम यशस्वीपणे करू शकतात. पातळ, जाड कागद त्याचप्रमाणे फाटके कागद वेगळे बांधण्यात येतात. अशा कागदांच्या रीमास ब्रोक (broke) असे म्हणतात. आणि त्यांच्या किमतीत वीस टक्के सूट देण्यात येते. रोटरी यंत्रासाठी वापरायचा कागद गुंडाळयांमध्ये उपलब्ध व्हावा लागतो. कागद बनवायच्या पद्धतीत सर्वत्र कागद गुंडाळयांमध्येच तयार होतो. परंतु एक तर तो जास्त रुंदीचा असल्यामुळे कापून घ्यावा लागतो. शिवाय कागदाच्या कृतीमध्ये गुंडाळयात फाटलेलाही असतो. यासाठी योग्य त्या रुंदीची गुंडाळी परत करून घ्यावी लागतात. ती गुंडाळी रोटरी यंत्रावर लावण्यासाठी एका कागदी नळकांड्यावर (core) गुंडाळावी लागतात. आणि विशिष्टपणे बांधावी लागतात. ही गुंडाळी जर चांगल्या प्रकारे बांधली नाहीत तर त्यांच्यावरचा कागद तुटून फूटून खराब होतो.

अशा प्रकारे तयार केला जाणारा कागद वजनावर विकला जातो. आकारात किती तुकडे पडतील ते वेष्टनावर दाखवलेले असते. कागदाची गुंडाळी व्यवस्थितपणे बांधली नसली तर त्यात वरचा १० टक्के फाटका कागद निघतो. ह्या फाटक्या कागदांचे तुकडे करून तो उपयोगात आणता येतो हे खरे असले, तरी वर



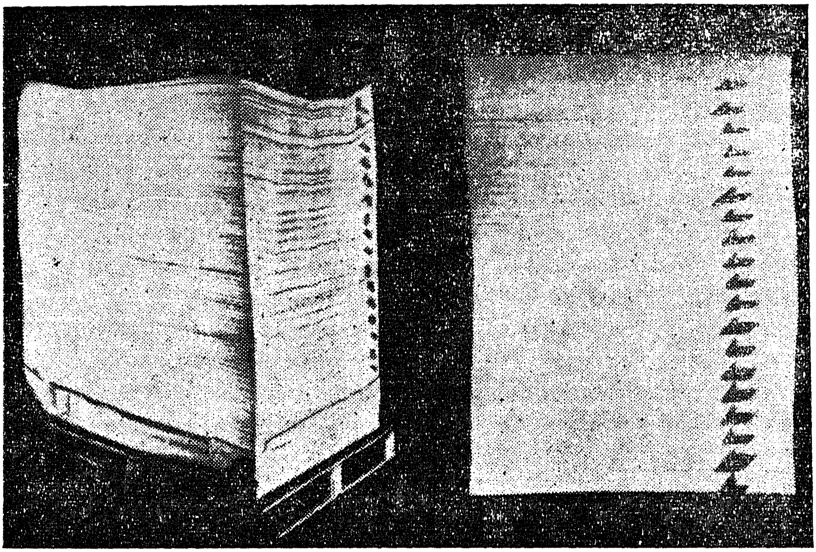
आ. ३७ कागदाचे फुटके रीळ



आ. ३८ रीळ असे बांधावे

बहुरंगी छपाई व्यवस्थित व्हावी म्हणून कागद रापवणे अवश्य असते. कागद तयार होताना तंतू तारेच्या जाळीवर धावतात आणि लांबीशी समांतर होतात. ही क्रिया रोखण्यासाठी जाळी हालवण्याची व्यवस्था यंत्रातच केलेली असते. तरीही काही तंतू

लांबीशी समांतर राहतातच. त्यामुळ कागदाची वीण असमान होते. कागदाचा आर्द्रतेशी संबंध येताच लांबीशी समांतर (machine direction) कागद अर्धा प्रतिशत वाढतो, तर रुंदीमध्ये (cross direction) चार प्रतिशत वाढतो. एस्पार्टो पासून तयार केलेल्या कागदात हे प्रमाण एक पंचमांश ते दोन प्रतिशत इतके कमी असते. कागद यंत्रातून बाहेर पडताना त्यात ३ ते ५ टक्के आर्द्रता असते. तो मुद्रकांना पुरवण्यात येतो तेव्हा त्यात ७ टक्के आर्द्रता असते. कारखान्यात आल्यावर रीमांच्या कडात आर्द्रता शिरून त्या वेडया वाकडया होतात (wavy edges). त्यामुळे मुद्रण यंत्रावर कागद लावताना विशेष अडचणी उपस्थित होतात. कागद गुंडाळण्याच्या रूपात असतानाच त्यात जरूर ती आर्द्रता आणली तर त्याचे लांबी रुंदीत वाढण्याचे प्रमाण स्थिर होते. त्यानंतर कापलेले कागदाचे तुकड लांबी रुंदीत कमी जास्त वाढत नाहीत. रीमे उष्ण जागेत ठेवली तर आकसतात. आर्द्र

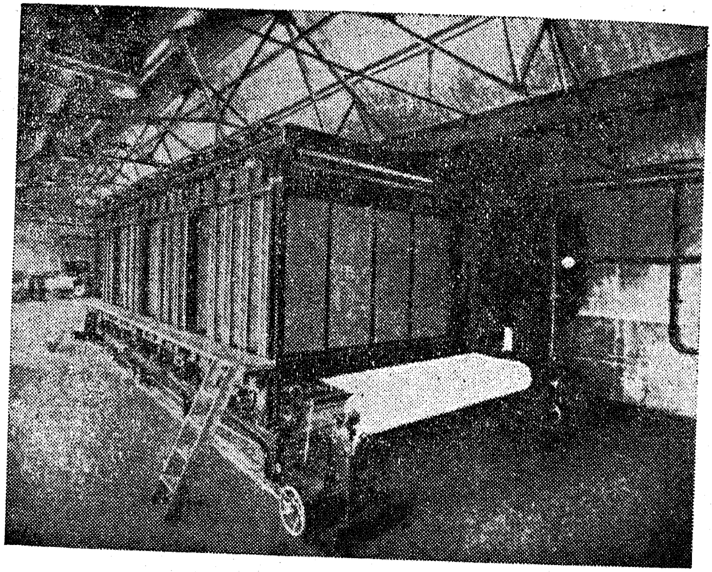


आ. ३९ न रापवलेला आणि रापवलेला कागद

जागेत ठेवली तर वाढतात. म्हणून कागद ज्या वातावरणात मुद्रित करावयाचा त्याच वातावरणात काही दिवस ठेवणे आवश्यक असते. ही जी सर्व कार्यवाही करायची त्यालाच कागद रापवणे म्हणतात. रापवलेले आणि न रापवलेले कागद मुद्रणालयात कसे दिसतात ते खालील आकृतीवरून स्पष्ट होईल.

आधुनिक मुद्रण यंत्रे स्वयंचलित असतात. त्यावर कागद लावण्याची यांत्रिक

व्यवस्था (automatic feeding) असते. कागदाची पुढची किंवा मागची बाजू हवेने उचलली जाते. कागदाची कडा असम असली तर कागद सारखा न उचल्यामुळे वाकडा होतो. पुढे बरोबर जात नाही आणि यंत्र बंद पडते. ही अवस्था कागद रापवल्यामुळे टाळता येते. अनेकरंगी छपाई करताना दोन छपाईत जो वेळ जातो त्या काळात कागद वाढतो किंवा आकसतो. कागदाने आर्द्रता शोषल्यामुळे किंवा बाहेर टाकल्यामुळे असे घडते. हा दोष हा कागद रापवल्यामुळे टाळता येतो. बहुरंगी, विशेषत: नकाशांच्या प्रतिरूप मुद्रणात की जिथे कागदाचा छापताना पाण्याशी संबंध येतो तिथे तर कागद रापवणे आवश्यक असते. म्हणून मुद्रक कागदाची रीमे उघडून कागद टांगून ठेवीत (paper conditioning). ह्याची अलिकडे यंत्रे निघाली

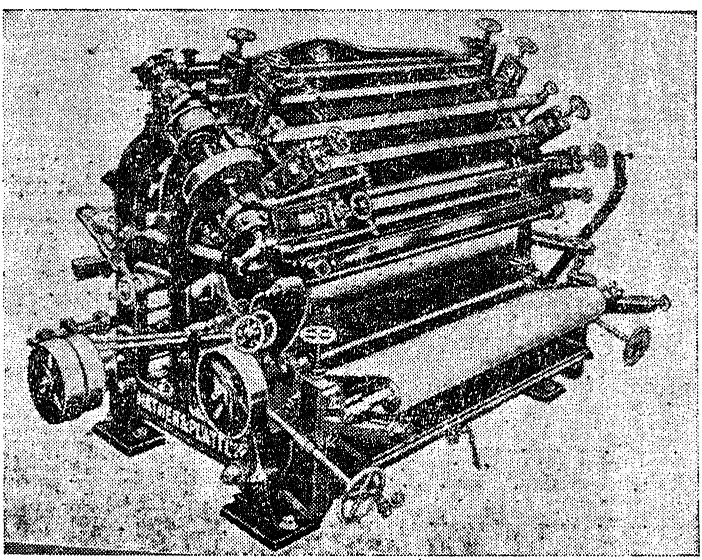


आ. ४० कागद रापवणारे यंत्र

आहेत. टांगलेले कागद या यंत्राच्या एका बाजूने आत जातात आणि दुसऱ्या बाजूने मॅच्यूअर होऊन बाहेर पडतात. त्याला वेळ फारच थोडा लागतो. याच प्रकारची योजना आता कागद गिरणीतच करण्यात येते. कागदाचे रीळ उलगडून या यंत्रातून कागद जातो आणि दुसऱ्या बाजूला रीळ गुंडाळण्यात येते. या कालात कागदातील आर्द्रता नियंत्रित होते. त्यानंतर त्याचे तुकडे पाडले जातात किंवा रोटरी यंत्रासाठी पुन्हा योग्य रुंदीची रीळे करण्यात येतात.

विशिष्ट प्रकारचे कागद

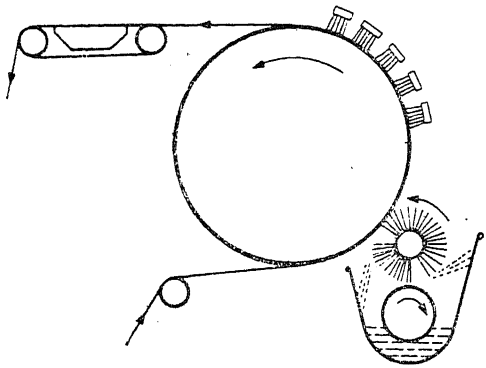
लुकण लावलेल्या कागदास आर्ट पेपर किंवा आर्ट कार्ड असे नाव आहे. कागद हा तंतूंच्या वीणीने बनलेला थर असतो. त्याचा पृष्ठभाग उंच-सखल असतो. तो सम पातळीत आणण्यासाठी बलकात राळ आणि तुरटी घालण्यात येते. गरम रूळातून जाताना राळ आणि तुरटी फुलते आणि या खाचा भरून निघतात. तरी कागदाचा पृष्ठभाग थोडा असम राहातोच. टिंब ठसे छापण्यासाठी विशेषत: १३५ पेक्षा जास्त टिंबे (fine screen) असलेल्या टिंब ठशात लुकण लावलेला कागद वापरावा लागतो. हे लुकण खनिज पदार्थांचे असते. त्यात ब्लँक फॅक्स (blanc faxe—barium sulphate), सॅटिन व्हाइट (satin white) आणि चिनीमाती (china clay) ही द्रव्ये दुग्धप्रथीन (casin) च्या अल्कधर्मी (alkaline) द्रावणात मिसळून घेण्यात येतात. वरील खनिजे चांगली चाळून घेतली पाहिजेत; म्हणजे जाड कण बाजूला होतात. या शिवाय चांगली चिनीमाती (china clay-kaotin), अपारदर्शकत्व आणि शुभ्रता आणण्यासाठी टिटॅनियम डायॉक्साइड (titanium dioxide), अल्ट्रामरीन (ultramarine) इत्यादी रंगही असतात. वर उल्लेखलेले दुग्धप्रथीन म्हणजे दुधाच्या चक्क्याची पूड.



आ. ४१ कागदास लुकण लावणारे यंत्र

कागदास लुकण चिकटून बसावे म्हणून त्यात जिलेटीन (चांबड्यापासून काढलेली गोंद) किंवा पिठाची खळ घालण्यात येते. शिवाय मेणाचे मिश्रण आणि पाइनचे तेल

वापरतात. अशा प्रकारे तयार केलेले लुकण १२° उष्णतामानास पन्हळीत ठेवलेले असते. त्यात एक मुद्रण रूळ बुडवलेला असतो. त्यावरून घेण्यात येणारे लुकण एका मोठ्या (व्यास ४० इंच, रुंदी ५० इंच) नळकांड्यावरून सरकणाऱ्या कागदास लावण्यात येते. किंवा रूळावरून कुंचल्यांनी किंवा बरातीवरून लावण्यात येते.



आ. ४२ कुंचल्याने लुकण लावणारे यंत्र

नळकांड्यावरील कागदास लावलेले लुकण असमान असते. ते समान करण्यासाठी कुंचल्याचा वापर करण्यात येतो. हा लुकण लावलेला कागद वाळला पाहिजे म्हणून धुणी वाळत घालतात त्याप्रमाणे दांड्यांवर (festoons on wooden rods) वाळत घालण्यात येतो. ह्या दांड्या वर उचलून ९०° ते १४०° उष्णतामान असणाऱ्या भागातून पुढे नेण्यात येतो.

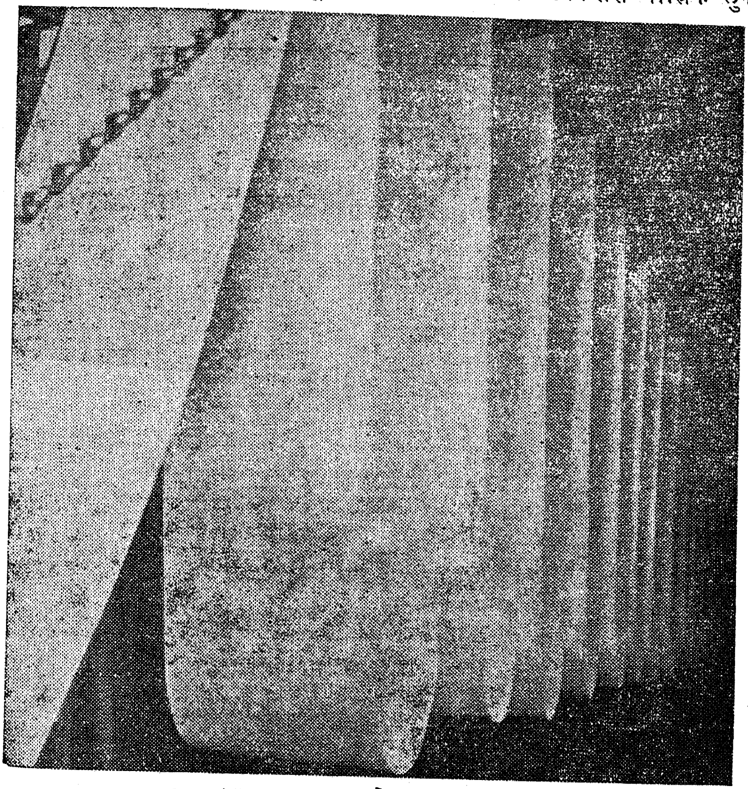
कागदास दोन्ही बाजूनी लुकण लावायचे असेल तर तो एक तर लुकणातून बुडवून काढतात किंवा विशिष्ट प्रकारच्या लुकण यंत्रावर त्यास खालून आणि वरून कुंचल्यांनी लुकण लावतात आणि दांड्यांवर वाळवण्यास घेण्यापूर्वी तो हवेच्या फवाऱ्यांनी वाळवतात. यासाठी या फवाऱ्यातून तो ७० फूट जावा लागतो.

लुकण लावलेला कागद एकरंगी सूक्ष्मठसे-मुद्रणासाठी किंवा बहुरंगी-मुद्रणासाठी वापरण्यात येतो. चित्रे अनेक रंगात मुद्रित करायची असल्यामुळे एक रंग छापल्यावर तो वाढू नये किंवा आक्रसू नये म्हणून काळजी घ्यावी लागते. एस्पार्टोपासून तयार केलेला कागद याचसाठी लुकण लावण्यासाठी वापरण्यात येतो. कारण एस्पार्टो पासून तयार केलेला कागद इतर कच्च्यामालापासून तयार केलेल्या कागदापेक्षा कमी वाढतो किंवा आक्रसतो.

डुप्लेक्स आर्ट पेपर किंवा दुरंगी कला कागद तयार करायचा असला तर लुकणाला

वेगवेगळा रंग देता येतो.

कागदाला लुकण लावण्याचे अनेक प्रकार आहेत. कागद तयार होतानाच फोड्रि-नियर यंत्रात तो लुकणातून बुडवून काढता येतो. या प्रकारास यांत्रिक लुकण



आ. ४३ लुकण लावलेला कागद वाळवणे

लावलेला (machine coated) कागद म्हणतात. कागद तयार झाल्यावर स्वतंत्र-पणे लुकण लावण्याचेही अनेक प्रकार आहेत. त्यापैकी जास्त उपयोगात असलेला प्रकार म्हणजे कुंचल्यानी लुकण लावण्याचा. अलिकडे या प्रकाराहून एक वेगळी कृती उपयोगात आली आहे. त्यात हवेच्या फवाऱ्यांनी जादा लूकण काढून टाकण्यात येते. नंतर एका ३००° उष्णतामान असलेल्या पेटिकेतून तो पुढे जातो. एका मिनिटास ७०० फूट या वेगाने कागद पुढे जातो.

वरील पद्धतीने तयार केलेल्या कागदापेक्षा जास्त गुळगुळीतपणा पाहिजे असेल तर लुकण लावल्यावर कागद एका गुळगुळीत स्टेनलेस नळकांड्यावर

दाबून पुढे नेण्यात येतो. या प्रकारच्या कागदास कास्ट कोटेड कागद असे म्हणतात.

एकाच बाजूने लुकण लावलेल्या अती गुळगुळीत कागदास क्रोमो कागद असे नाव आहे. त्यात लुकणाचा जास्त उपयोग करण्यात येतो. मूळ कागदही जाड असतो.

नकली आर्ट कागद (imitation art) हा चित्रे छापण्यासाठीच नव्हे तर संपूर्ण पुस्तके किंवा नियतकालिके छापण्यासाठी वापरात आहे. हा कागद फोर्ड्रिनियर यंत्रातच तयार होतो. बलकाच्या रूपात असताना त्यात तीस टक्के पर्यंत खनिजे मिसळण्यात येतात. आणि कागद तयार झाल्यावर त्यावर विशेष इस्त्री करण्यात येते.

लुकण लावल्यावर कागदास विशेष इस्त्री करण्यात येते. त्यामुळे तो मुद्रणयोग्य होतो.

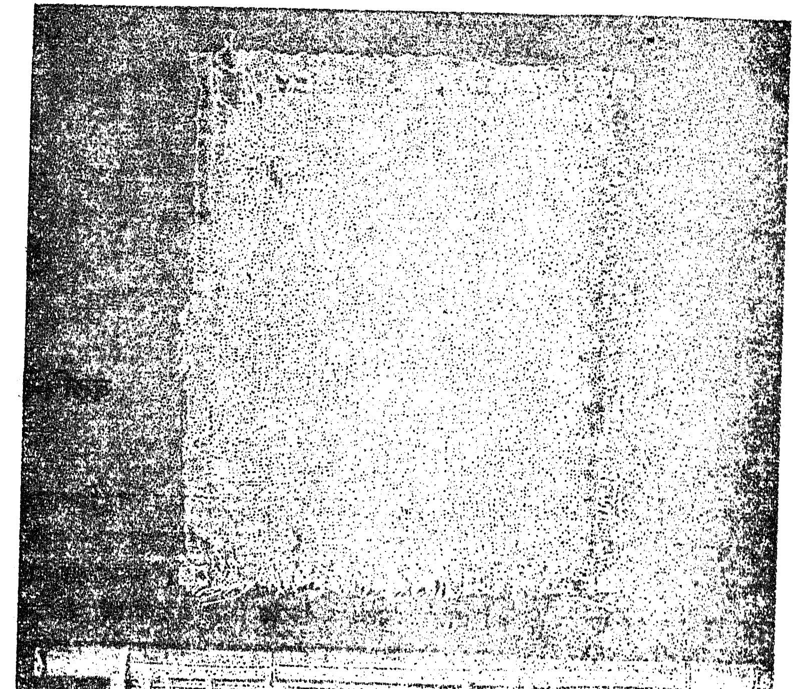
७

जलचिन्हे

कागद उजेडाच्या बाजूस धरून पाहिला तर त्यात उभ्या आडव्या रेषा दिसतात. इतर कागदापेक्षा त्या जरा पारदर्शक दिसतात. साध्या छपाईच्या किंवा लुकण लावलेल्या कागदात त्या दिसत नाहीत. लिहिण्याच्या आणि छपाईच्या किंमती कागदात अशा खुणा पसंत करतात. कागदावर आकृत्या किंवा चित्रे वठवण्याची कल्पना जरी मागाहूनची असली तरी आडव्या उभ्या खुणा कागदाच्या जन्मापासूनच्या आहेत. हाताने तयार करण्यात येणाऱ्या कागदात, बलकाचा थर साच्यावर उचलून घ्यावा लागतो. हा साचा एका चौकटीवर कापड ठेवून बने. कापड व्यवस्थित रहावे म्हणून आधारास उभ्या कामट्या बसवणे जरूर असे. साचा वर उचलल्यानंतर बलकातील पाणी ओघळून जाते. तेव्हा कामट्यावरील तंतू सरकतात. आणि तिथे कागदाची घनता कमी होऊन अर्ध पारदर्शक खुणा दिसतात. अशा कागदास 'लेड कागद' असे नाव आहे.

कागदावरील खुणांचा उगम

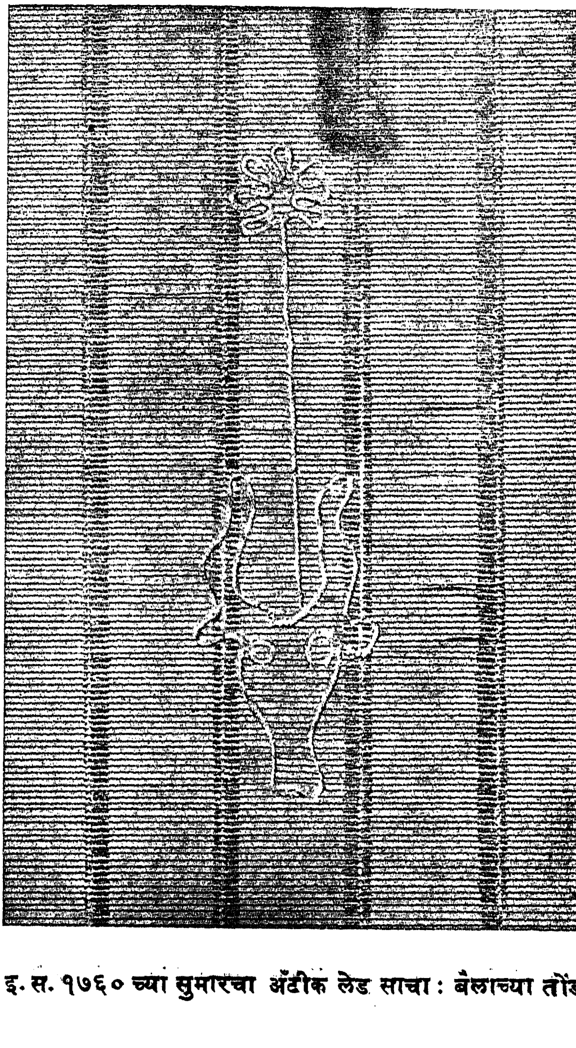
कागदाचा शोध चिनी लोकांनी लावला हे पूर्वी सांगितले आहे. बांबूच्या कामट्यांची चौकट करून त्यावर उभ्या कामट्या दोराने एकत्र ओऊन ठेवीत. त्यावर कापड किंवा गवताची शेंदरी पसरून तो साचा पातळ बलकात बुडवायचा आणि वर उचलायचा. बलक बाजूने ओघळून जाऊ नये म्हणून कापडावर किंवा गवताच्या शेंदरीवर दुसरी एक चौकट ठेवावी लागे. साचा बलकाच्या पाण्यातून वर उचलतानाच तो पुढेमागे आणि बाजूला हालता ठेवायचा. त्यामुळे तंतू उभे आडवे होतात. त्याची वीण बनते. साचा मग उलटा करून कागदाचा एक थर एका बनातीवर सोडायचा.



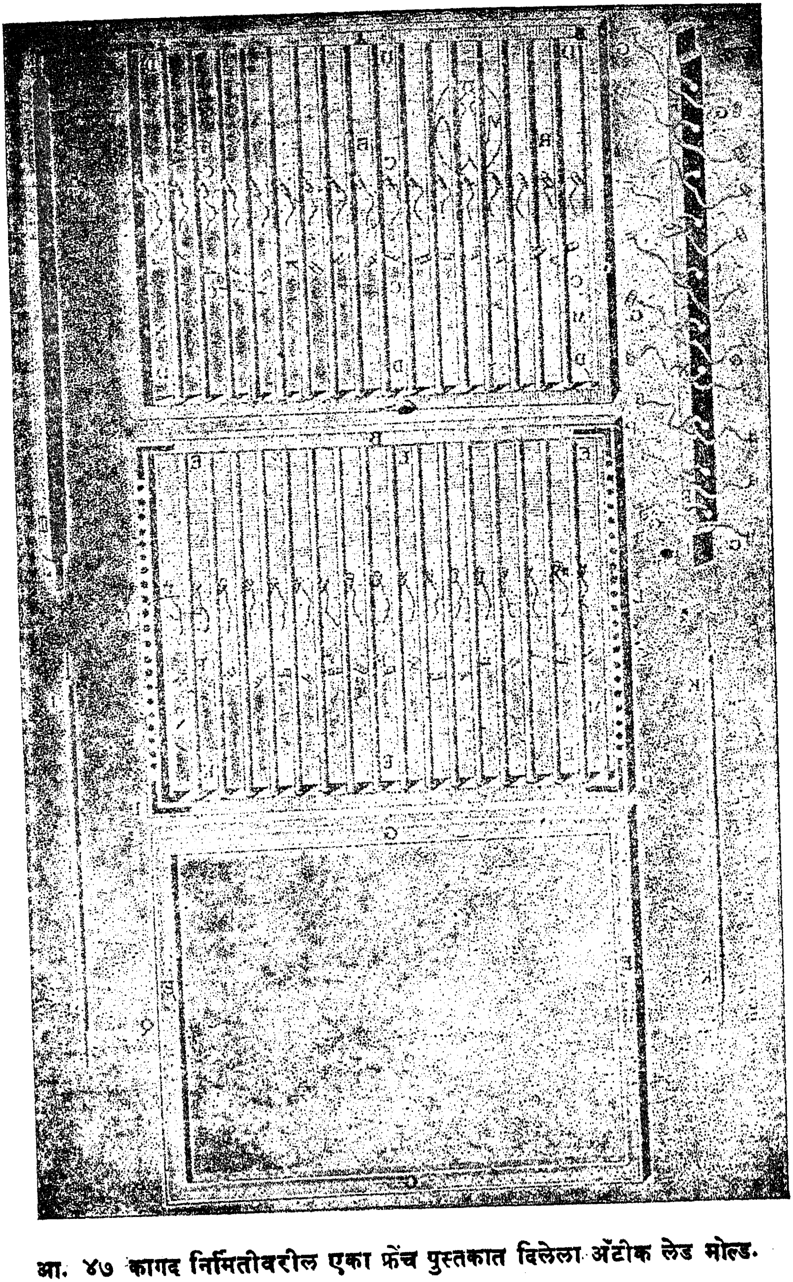
आ. ४४ (वरची) चिनी कागद्यांनी दोन हजार वर्षांपूर्वी वापरलेला गोणपाटाचा कागद बनवण्याचा ओल्ह साचा.

आ. ४५ (खालची) पर्शियन कागद्यांनी वापरलेला बाम्बूच्या कामट्यांचा साचा.

या पद्धतीत पुष्कळ साचे लागतात. कापडावरून कागदाचा थर तो कापडाला चिकटल्यामुळे खाली पडण्यास अटकाव होतो. त्यामुळे गवताच्या काड्यानी विणलेला जपानी पडद्याप्रमाणे असलेला तुकडा साच्यावर ठेऊ लागले. उभ्या कामट्या गवताने बांधून घेत. आणि हा पडदा साच्यावर ताणून घेत. बलकाचे पाणी साच्यावर उचलून घ्यायचे. साचा थोडा वेळ हालवीत ठेवायचा आणि तंतूचा थर बसला म्हणजे साचा उलटा करायचा. थरासकट पडदा खाली पडे. तो मग उचलून घेतला म्हणजे



आ. ४६ इ. स. १७६० च्या सुमारचा अँटीक लेड साचा : बैलाच्या तोंडाचे चित्र



आ. ४७ कागद निर्मितीवरील एका फ्रेंच पुस्तकात दिलेला अँटीक लेड मोल्ड.

बलकाचा थिर बनातीवर स्थिरावतो.

(आकृती ४५ मधील चित्रामध्ये (खाली) लेड साचा दाखवला आहे. जाड कामटयांच्या चौकटीवर बारीक काड्या दोराने बांधल्या आहेत. आकृती ४४ मधील (वर) साचा ओव्ह आहे. तो चौकटीवर कपडा ताणून बांधून बनवला आहे.

चौदाव्या शतकात कापड आणि कामटयांऐवजी तारांची जाळी वापरात आली. त्याही पूर्वीचा इ. स. १२७० मधला कागद उपलब्ध आहे. त्यावर आकृती आहे त्यावरून तेराव्या शतकापासून तारांच्या जाळीवर चित्र विणण्यास सुरुवात झाली होती. असे दिसते. जॉन बास्करव्हिले हा बर्मिंगहॅमचा मुद्रक होता. कागद सफाईदार मुद्रण सुलभ व्हावा म्हणून त्याने तारांच्या जाळीचा वापर केला. अशा प्रकारे तयार केलेल्या कागदावर त्याने १७५७ साली एक पुस्तक मुद्रित करून प्रसिद्ध केले. या कागदाविषयी त्याने अमेरिकन फिलॉसॉफिकल ट्रॅन्झॅक्शन्मध्ये लेख लिहिला आहे.

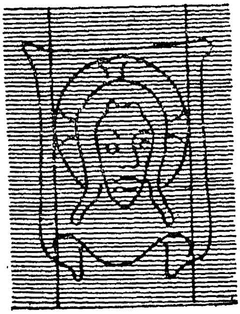
यंत्रसिद्ध कागदावर ज्या खुणा उमटवलेल्या असतात त्या, डँडी रूळावरील जाळ्या, ओल्या कागदावर दाबल्यामुळे, बनतात; हे पूर्वी सांगितले आहे. लेड किंवा ओव्ह खुणा प्रमाणेच कागदावर काही आकृत्या आणि अक्षरे उमटवलेली असतात. त्यांना जलचिन्हे (water mark) म्हणतात. साच्यावर तारांच्या सहाय्यानें उलट आकृती विणलेली असते. साच्यावर पाणी-मिश्रित बलक घेऊन साचा वर उचलला म्हणजे तारातील वीणेच्या बाजूने पाणी ओघळून जाते. आणि जलचिन्ह कागदावर उमटते. पाणी निथळताना तंतू बाजूला होतात. आकृतीचा भाग थोडा पातळ बनतो आणि त्यात अर्ध-पारदर्शकपणा येतो. त्यावरून चलचिन्ह (वॉटर मार्क) हे नाव पडले. यंत्रसिद्ध कागदात जलचिन्ह वर दाबून उमटवत असल्यामुळे ते जाळीच्या दुसऱ्या बाजूस दिसते. हात कागदात ते जाळीवरच विणलेले असल्यामुळे जाळीच्या बाजूच्या कागदाच्या पृष्ठभागावर दिसते.

प्रत्येक गिरणीची जलचिन्हे वेगवेगळी असतात. जसे टिटाघरचा हत्ती, डेक्कनचा घोडा, बंगालचा वाघ इत्यादी. गिऱ्हाईकांच्या कल्पनेप्रमाणेही ती काढून मिळतात. चेकच्या कागदात बँकेचे नाव घालण्याची प्रथा आहे. सरकारी चेक कागदात 'महाराष्ट्र शासन', 'भारत शासन' असे शब्दही जलचिन्ह म्हणून उमटवलेले असतात. जलचिन्हे पूर्वीपासून उपयोगात होती असे वर सांगितले. युरोपमधील अमीर उमराव, प्रतिष्ठित नागरीक, राजेरजवाडे यांची स्वतंत्र जलचिन्हे असत.

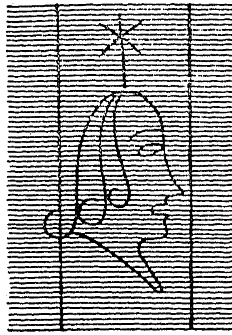
जलचिन्हांचा दुसरा उपयोग म्हणजे बनावट कागदपत्रे करणाऱ्यास किंवा खोटया नोटा छापणाऱ्यास पायबंद घालणे. हुंडया, चेक, दस्तऐवज इत्यादीस वापरायच्या कागदावर विशिष्ट जलचिन्हे काढण्याची प्रथा आहे. एका मृत्यूपत्राविषयीच्या खटल्यात मृत्यूपत्राच्या कागदावरील जलचिन्हामुळे ते बनावट ठरून लाखो रुपये गडप करण्याची खटपट करणाऱ्याच्या अंगाशी खटला आला होता.

काही प्रमुख जलचिन्हे

पूर्वीच्या काही जलचिन्हांची चित्रे इथे देत आहे. पहिले चित्र १३९९ मधील फ्रेंच कागदावरील आहे. (आ. ४८) यात दाखवलेला मुखवटा येशू ख्रिस्ताचा आहे. पुढील चित्रही येशू ख्रिस्ताचेच आहे. ते पंधराव्या शतकातील आहे. (आ. ४९)

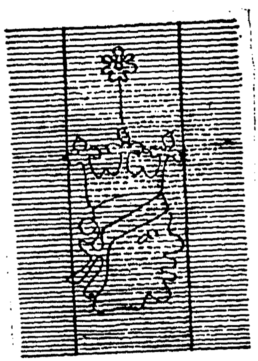


आ. ४८ फ्रेंच कागदावरील जलचिन्ह

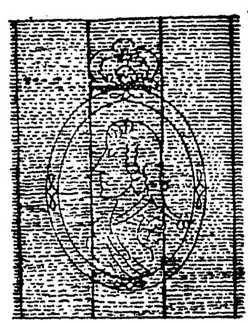


आ. ४९ येशू ख्रिस्ताचे जलचिन्ह

त्यातील मुखवटा बाजूने काढला असून तीन रेषांनी केस दाखवले आहेत. तोंड उघडे दाखवण्याचे कारण येशू उपदेश करतो आहे, हे सूचित करण्याचे असावे. या चित्रामधील ख्रिस्ताच्या मुखवट्याविषयी अशी दंत कथा आहे की, सॅवेअर कॅल्व्हरीला जात असताना त्यास वाटेत बेरेनिस ही स्त्री भेटली. तिने दयावंत होऊन आपल्या हातरुमालाने त्याचे तोंड पुसले. त्यामुळे त्याच्या तोंडावर ईश्वरी चिन्ह उमटले. यावरून पुढे चौदाव्या शतकात हे जलचिन्ह निघाले.

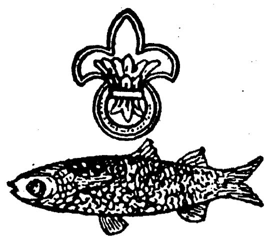


आ. ५० निप्रोचे जलचिन्ह



आ. ५१ फ्रेडरिक राजाचे जलचिन्ह

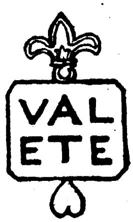
जलचिन्हें



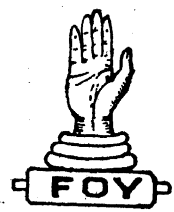
अ



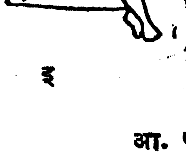
ब



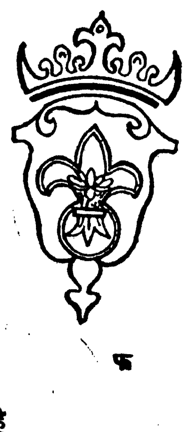
क



ड



इ



फ

आ. ५२ काही जलचिन्हे

आकृती ५० मधील चित्र निग्रोचे आहे. त्याचेही तोंड उघडे असून त्याच्या डोक्यास स्वतंत्रतेची निदर्शक अशी पट्टी बांधली आहे. डोक्यास मंदील आणि वर गुलाबाचे फूल आहे. अशा प्रकारची स्पष्ट आणि कलात्मक चित्रे अठराव्या शतकापासून जलचिन्हात वापरू लागले होते. आ. ५१ मधील चित्र फ्रेडरिक राजाचे आहे.

वर सांगितल्याप्रमाणे मुखवट्याची चित्रे जलचिन्ह म्हणून वापरत असत. याशिवाय प्रतिकात्मक आकृत्या आणि चिन्हे वापरण्याचा प्रघात होता. अशी काही चित्रे पुढे दिली आहेत.

आकृती ५२ अ मध्ये दिलेले चित्र फूल आणि मासा यांचे आहे. मासा हे येशू ख्रिस्ताचे प्रतीक होय.

आकृती ५२ ब मधील चित्रही येशू ख्रिस्ताचे प्रतीक आहे. त्यातील पाकळ्यांवरील J आणि S ही अक्षरे जीझस **Jesus** व **Salvatar** या शब्दांची आद्याक्षरे होत.

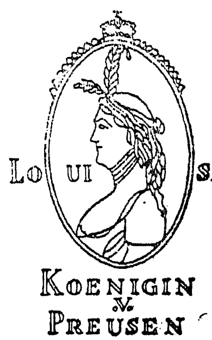
आकृती ५२ क मधील जलचिन्ह १५६१ सालातील आहे. त्यातील **valete** शब्दाचा अर्थ तुमची प्रकृती चांगली राहो, असा आहे.

आकृती ५२ ड मध्ये हाताचे जलचिन्ह आहे. त्यावरून 'स्मॉल हॅण्ड' हा कागदाचा आकार ठरला. त्यावरील **foy** हा शब्द फ्रेंच भाषेतील आहे.

देवदेवतांची चित्रे जलचिन्हांसाठी वापरत. आ. ५२ (इ) मधील चित्र डिआना या देवतेचे आहे. तिच्या डोक्यावर चंद्र आहे. ती तत्त्वज्ञानाची अधिष्ठात्री देवता.

आकृती ५२ फ मधील चित्र इम्पीरियल/डेमी आकाराच्या कागदावर काढत. या चित्राचा आकार बैलाच्या तोंडाप्रमाणे दिसतो. डोक्यावर दोन शिंगे आहेत. आकार मुकुटाप्रमाणे दिसत असल्यामुळे कोणी याचा संबंध ख्रिस्ती धर्माशी व क्रुसाशी जोडतात. बैलाच्या डोक्याने गंभीर आणि कामसू वृत्ती दर्शवली जाते.

येथवर दिलेली चिन्हे साधारण आहेत. त्यांच्या रेखाटणात खास कलात्मकता नाही. आकृती ५३ मध्ये अलीकडील म्हणजे १८०५ मधील जलचिन्ह दाखवले आहे. यात मुखवटा आहे या चित्राप्रमाणे अलीकडे प्रतीकात्मक आकृत्या जलचिन्ह म्हणून वापरतात.

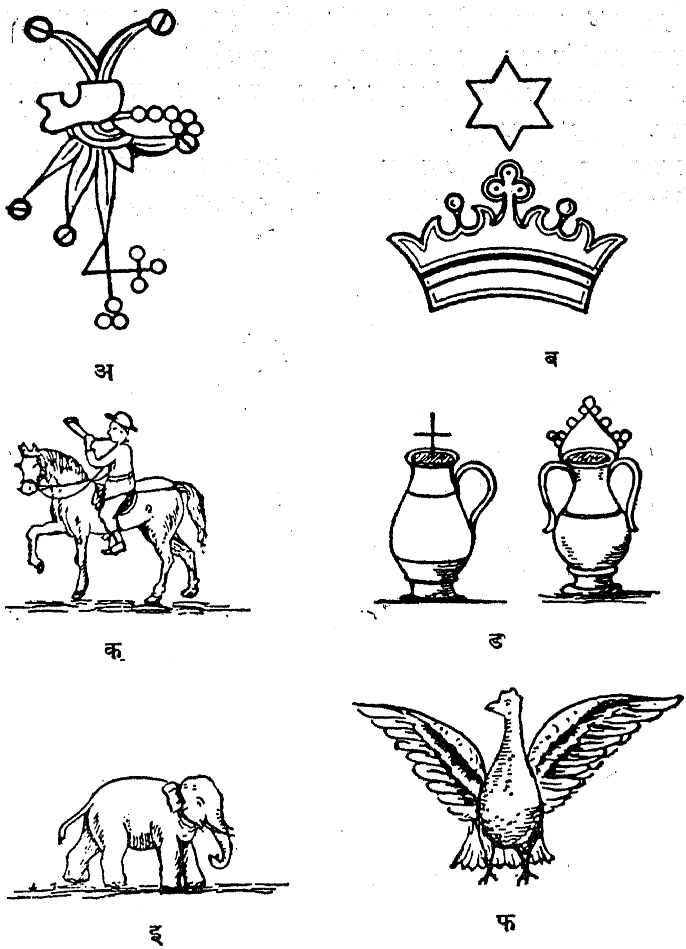


आ. ५३ १८०५ मधील जलचिन्ह

कागदाचे आकार कसे ठरले?

एखाद्या विशिष्ट आकाराच्या कागदावर जे जलचिन्ह असेल त्याचे नाव कागदाच्या आकारास देत. हल्ली प्रचलित असलेल्या बऱ्याच आकारांची नावे या प्रमाणे पडली

आहेत. सर्वात मनोरंजक उदाहरण आ. ५४ अ मध्ये दाखवले आहे. पूर्वी युरोपात फूल्स नावाची संस्था होती. ती हल्लीच्या प्रकाशकांप्रमाणे काम करी. त्यांची विशिष्ट टोपी असे. त्याची चित्राकृती त्यानी वापरायच्या कागदावर जलचिन्ह म्हणून काढत.



आ. ५४ आणखीन काही जलचिन्हे

आकृती ५४ ब मधील जलचिन्ह क्राउन ऑफ ग्लोरी म्हणून ओळखले जाते. त्यावरून क्राउन हे आकाराच नाव आले.

आकृती ५४ क मधील जलचिन्ह १३१४ साली पोस्टमनचे चित्र म्हणून कागदावर वापरले. त्या आकाराच्या कागदास पोस्ट हे नाव पडले. इ.स. १३१४ मध्ये पोस्टमनची कल्पना नव्हती. म्हणून हे चित्र मध्ययुगीन वीर रोलँड याचे असावे असे सुचवण्यात आले आहे. या चित्रातील पुरुष बिगुल वाजवत आहे.

आकृती ५४ ड मधील चित्र भांड्यांचे आहे. हे जलचिन्ह ज्या आकाराच्या कागदावर काढलेले असे त्या आकारास पॉट (pot) हे नाव मिळाले.

हत्तीच्या आकाराचे जलचिन्ह असलेल्या कागदाच्या आकारास 'एलिफंट' म्हणतात. (आकृती ५४ इ)

गरुडाचे चित्र (आकृती ५४ फ) असलेल्या कागदाच्या आकारास ग्रँड ईगल असे नाव दिले गेले. डमी हे फ्रेंच शब्द डेमी, म्हणजे अर्धा यावरून आले आहे.

८

हातकागद : इतिहास आणि बनवण्याची कृती

भारतात पूर्वीपासून हातकागद तयार करण्यात येत असे. आपल्याकडील जुने लेख हातकागदावरील आहेत. जुन्नरी हातकागद अखिल हिंदुस्थानात प्रसिद्ध होता. हात कागद प्राय: चिध्यांपासून बनवत. तो मजबूत आणि टिकाऊ असे. आजही चिंध्यांपासून हाताने तयार केलेला कागद चिरंतर महत्त्वाचे दस्तऐवज आणि हिशेब वह्या यासाठी वापरण्यात येतो. आज बाजारात विकला जाणारा हातकागद अथ पासून इती पर्यंत हातानेच करतात. अर्थात त्यांत दोन प्रकार आहेत. चिंध्यापासून तयार केलेला हात कागद मजबूत आणि टिकाऊ असतो. तर रद्दी कागदापासून तयार केलेला हातकागद यंत्रसिद्ध कागदाहून कमी प्रतीचा व खरबरीत असतो. तो मुद्रण योग्यही नसतो. परंतु ग्रामीण उद्योगास मदत करण्यासाठी म्हणून खादी ग्रामोद्योग मंडळामार्फत होणाऱ्या मदतीने त्याचे उत्पादन चालू राहिले आहे. हात कागदाच्या भारतांतील प्रगतीचा थोडा इतिहास देणे अस्थानी ठरू नये.

हिंदी हातकागदाचा धंदा

भारतात मुसलमान राजांच्या कारकीर्दीपासून हातकागदाचा उपयोग होत आहे. हा कागद भारतीय बनावटीचाच असे. हिंदू आणि मुसलमान साधू, आपल्या लिखाणात हातकागद वापरत असत. ही गोष्ट उपलब्ध पोथ्यावरून सिद्ध आहे. हा कागद थोडा असम असला तरी टिकाऊ असे. त्या काळी अहमदाबाद, एरंडोल, नाशिक, पुणे, जुन्नर, विजापूर, बागलकोट, गोकाग, तालिकोट, औरंगाबाद इत्यादी ठिकाणी हातकागदाचे कारखाने होते. त्यासाठी वापरण्यात येणारे हौदे अजूनही सापडतात. इ. स. १८४८ मध्ये महाराष्ट्रात आणि बाजूच्या गुजराती आणि कानडी

मुलुखात ८०० माणसे कागद तयार करण्याच्या धंदयात गुंतलेली होती. नंतरच्या ३० वर्षांत ही संख्या ६०० इतकी खाली आली. कारण या काळात यंत्रसिद्ध कागद इंग्लंडमधून आयात व्हायला लागला होता. त्या काळी सुनी पंथी बोहरी-मुसलमानांच्या हातात हा धंदा होता. मारवाडी लोक आपल्या हिशेब वह्यांसाठी गोणपाट आणि रद्दी कागद यापासून कागद तयार करून घेत असत. मुंबई गॅझेटियर-च्या अहमदाबाद खंडात याचा उल्लेख सापडतो. चालू शतकाच्या सुरुवातीपासून महाराष्ट्र आणि बाजूच्या गुजराती आणि कन्नड भागात सुमारे १०० कुटुंबे ह्या धंद्यावर निर्वाह करत होती. जुन्नरमधील बऱ्याच कुटुंबांचा उदरनिर्वाह १८८० पर्यंत हात-कागदाच्या धंदयावरच अवलंबून होता.

एरंडोल येथे अंजनी नदीच्या किनाऱ्यावर असलेला कागदीपुरा भाग अजूनही पहा-यला मिळतो. तिथे आता पडून असलेले हौदे आणि लगदा धुण्यासाठी नदीकिनाऱ्यावर बांधलेले फरसबंदी घाट दिसतात. यापैकी काही भाग चारशे वर्षांचे जुने आहेत. अजूनही शाबूत आहेत. अहमदाबाद येथील काही कागदी, म्हणजे कागद तयार कर-णारे, बालाजी आबाजी ठाकूर याने नाशिकास नेले. आणि इ. स. १८०० पासून नाशिकास कागद तयार करण्यास सुरुवात केली. इ. स. १८८३ पर्यंत कागदयांच्या घराण्यात या धंदयाची सूत्रे होती. पूर्वी ५० कारखाने होते. त्यापैकी पाचच उरले. तेही आता नष्ट झाले आहेत.

कागदाच्या धंद्यास राजाश्रय

पुण्यात १८०० मध्ये कागद करण्याचा व्यवसाय आला. त्याचे श्रेय अलिभाई नावाच्या मुसलमानाकडे जाते. त्याने जुन्नरहून काही कागदी पुण्यास आणले आणि चाळीस कारखाने उभे केले. पेशवे सरकारने या धंदयास उत्तेजन दिले. कागदींना राहण्यास जागा आणि घरे विनामूल्य उपलब्ध करून दिली. पुण्यातील या चाळीस कारखान्यांपैकी १८८४ मध्ये फक्त आठ कारखाने चालू होते. त्यानंतर हा व्यवसाय पुण्यातून नामशेष झाला. औरंगजेबाने आपल्या दक्षिणेतील वास्तव्यात उत्तरेतून कागदी लोक आणून त्यांची वेरूळ जवळ दौलतबाद किल्याच्या पायथ्याशी वसती केली. त्या खेडयास कागझीपुरा असे नाव आहे. हे संबंध खेडेंच कागदी लोकांचे आहे. निजामी राज्यात शासन इथला कागद विकत घेत असे. द्विभाषिक मुंबई राज्य स्थापन झाल्यावर सरकारी गॅझेटचा काही भाग या या दौलताबादी कागदावर मुद्रित करत असत.

कागद करण्याचा धंदा मुसलमानानी आणला काय ?

गोकाक येथे कागदाचा धंदा मुसलमान कुटुंबांच्या हातात होता. पूर्वी तिथे पंधरा कुटुंबे या धंद्यावर अवलंबून होती. मागणीच्या अभावी कागदांचा धंदा सोडून ती

कोष्टयांचे काम करू लागली. या कागद तयार करणाराना कागदी-मुसलमान म्हणत. महाराष्ट्रात कागद तयार करण्याच्या व्यवसायात मुसलमानच प्राधान्याने असत, म्हणून हा धंदा इथे मुसलमानांनी आणला अशी समजूत होती. काही वर्षांपूर्वी या विषयावर 'केसरी'त चर्चा झाली होती. त्यातूनही असाच सूर निघतो. मुसलमान या धंद्यात दिसत याचे कारण वेगळेच आहे. इस्लामचा धर्मप्रसार जेव्हा भारतात चालू होता, तेव्हा कारागीर; शिकलगार पखाली, नालबंद, किल्लेकोळी इत्यादी उपयुक्त व्यवसाय करणाऱ्यांना मुसलमान करण्यात आले. आजही वरील धंद्यात मुसलमान आहेत. त्यावरून हे धंदे त्यांनीच आणले असे सिद्ध होत नाही. तीच गोष्ट कागदाच्या धंद्याची.

हात कागदाची तत्कालीन कृती

अहमदाबाद येथे कागद करण्यासाठी जुनी गोणपाटे वापरत. तर जुन्नर येथे बहुदा रद्दी कागदच कच्चा माल म्हणून वापरत. गोणपाटाचे तुकडे करण्यासाठी सुऱ्या वापरत. हे काम हिंदू करत. त्यांस 'सॅगर' म्हणत. गोणपटाचे पाच इंचांचे तुकडे करत. पाच मण गोणपाटाचे तुकडे करण्यास फक्त एक रुपया मजुरी देत. तुकडे धुवून चुन्याच्या पाण्यात टाकत आणि हौदात दोन चार दिवस कुजवत ठेवत.

तुकडे कुजल्यावर ते कुटण्यासाठी लाठीवर किंवा देगीवर नेत. ही देगी पोह्यांच्या लाठीप्रमाणे असे. एका बाजूस दोन माणसे त्यांच्या टोकावर पाय ठेवून उभे राहत. ते आधारासाठी वरील दोरीस पकडत. दुसऱ्या टोकास एक लहानसे मुसळ असे. हे मुसळ खाली दोणीत ठेवलेल्या लगद्यावर आपटे. लगदा सारून बरोबर मुसळाखाली देण्याचे काम तिसरा माणूस करी. त्याचे काम धोक्याचे असे. हात मुसळाखाली केव्हा तुटेल हे माहीत नसे.

लगदा धुवून झाल्यावर त्यात साजीखार मिसळत. हा साजिखार बिकानेरवरून आणावा लागे. साजिखारात कार्बोनेट ऑफ सोडा असतो. त्या बरोबर त्यात चुन्याची निवळी घालत. त्याचे प्रमाण असे : (१) बलक ४० शेर (२) साजिखार ५ शेर, (३) निवळी ५ शेर. यावर पाणी घालून १५ दिवस तसेच राहू देत. नंतर पाण्यात धुवून परत साबणान धूत. या कृतीची चार पाच वेळा पुनरावृत्ती करत. प्रत्येक वेळी एक मण चिंध्या धुण्यास बराच शेर साबण लागे. हा साबण इकडेच तयार होत असे.

या लगद्यात चार पाच वेळा कुटलेल्या जुन्या कागदांचा लगदा मिसळत. तो दोन दिवस पाण्यात राहू देत. हा लगदा गव्हाच्या पेजेप्रमाणे दिसतो. त्यावरील पाणी काढून खालचा लगदा पुन्हा नदीवर धूत असत. हा लगदा ६×४ फूट अशा हौदात ठेऊन वर पाणी टाकत आणि एक रात्र तसेच राहू देत.

दुसऱ्या दिवशी एक लाकडाचा साचा चार फूट लांब आणि तीन फूट रुंद असा घेत. या साच्यास सात आठ आडव्या कांबी असून त्यांवर गवताची जाळी ताणून बसवत. ही

जाळी घोड्याच्या केसांनी विणलेली असे. त्याच्या दोन्ही बाजूस असलेल्या पट्ट्यांच्या सहाय्याने ती ताणून बसवली जाई.

अशा प्रकारची जाळी असलेला साचा घेऊन कागदी हौदावर ओणवा होई. आणि साचा हौदातील बलकात बुडवी, वर उचली, साच्यावरील बलकातील जादा पाणी गळून जाईपर्यंत थोडा वेळ साचा हातात धरून ठेवी. त्यावेळी बलकातील तंतू एकमेकांवर विणले जावे म्हणून सांचा हालता ठेवी. आणि मग साचा उलटा करून कागदाचा थर खाली पाडी.कागद जाड हवा असेल तर साचा दोन वेळा बलकात बडवून वर काढल्याने बलकाचा दुप्पट थर साच्यावर येत असे. प्रत्येक कागदाच्या पानावर बनातीचा तुकडा ठेवत. अशा प्रकारे कागदाचे चौवीस थर झाले म्हणजे त्यावर एक जाड फळी ठेवत. आणि त्यावर पुन्हा कागदाचे चौवीस थर ठेवत. अशा प्रकारे तयार झालेल्या कागदाच्या थरातील जादा पाणी दाबून काढून टाकण्यात येत असे. त्यानंतर हे कागद, चुन्याचा गिलावा केलेल्या भिंतीस चिकटवत. ओले असल्यामुळे ते चिकटत आणि वाळल्यावर खाली गळून पडत.

हातकागदाचे पाच प्रकार

याप्रमाणे वाळलेले कागद जिनगरांजवळ त्यांना खळ लावण्यासाठी पाठवत असत. जिनगर त्यास गव्हाच्या पीठाची खळ लावीत. त्यांच्याकडून हे कागद मोर्खसकडे जात. ते एकेक कागद पाटावर घेऊन लाटीत. त्यामुळे ते गुळगुळीत होत. तयार कागदांचे प्रकार असे होते :

(१) दौलताबादी, (२) साहेबखानी, (३) नानखंबाटी, (४) नानमुस्सी, (५) वाळ किंवा गांजा (६) जुन्नरी.

या कागदातील फरक काय तो फक्त आकारातच असे. २४ कागदांच्या समूहास दस्ता म्हणत. शंभर दस्त्यांचे वजन सुमारे १ बंगाली मण भरे. हा कागद तयार करण्यास ज्यूट लागे. त्याचा दर मणी आकार रु. २ असे.

अल्पवेतनामुळे कागदाचा धंदा मेला

कागदी कारागिरांना जी मजुरी मिळे ती अत्यंत अल्प असे. त्यामुळे ह्या धंद्यातील कारागीर हा धंदा सोडून अन्य व्यवसायात गेले असे आढळून येते. बलक कुटणाऱ्यास दिवसास फक्त चार आणे मिळत. पुढे ही दैनिक मजुरी ६ आण्यांपर्यंत वाढली. कागदी एका दिवसात बारा पंधरा दस्ते कागद तयार करू शके. पंचवीस दस्ते कागद करण्याची मजुरी फक्त सव्वा रुपया इतकी असे. कागदास खळ लावणारे आपली स्वतःची खळ वापरत. तरीही त्यास १०० दस्त्यास आठ रुपयांपेक्षा जास्त आकार मिळत नसे. कागदास जिल्हई करणारे १०० दस्त्यास रु. दहा ते अठरा आकार लावत.

जुन्नर येथील कागद

जुन्नर येथे रद्दी कागदापासून हात कागद तयार करत. एरंडोल येथे पन्नास वर्षा-पूर्वीपर्यंत सुमारे १०० कागदी होते. त्यांच्या मुख्य पुरुषास चौधरी असे नाव होते. त्यास मराठी समजे, तरी त्यांची भाषा हिंदी होती. आता दोन चार कुटुंबे तरी ह्या धंद्यात आहेत किंवा नाहीत हे सांगता येत नाही. येथील घरे कागदी लोकांसाठी बांधलेली आहेत. तेथे मोठाले हौदे आहेत. जमीनी सिमेंटच्या आहेत. पूर्वी येथे सण आणि जुनी गोणपाटे यापासून कागद तयार करत. तो टिकाऊपणासाठी प्रसिद्ध होता. या कागदाची कृती अशी :

(१) गोणपाटाचे तुकडे करून ते कुटणे.
(२) असे तुकडे नदीवर नेऊन ते धुणे.
(३) तुकडे आठ दिवस चण्याच्या पाण्यात ठेवणे.
(४) परत ते कुटून धुणे.
(५) तुकडे खाराच्या पाण्यात मिसळणे.
(६) ते पांढरे स्वच्छ होईपर्यंत दहा पंधरा वेळा धुणे.
(७) तुकडे देशी साबणाने परत धुणे.
(८) आणि उन्हात सुकवणे.
(९) तुकडे पिंजून तंतू सुटे करणे.
(१०) तुकड्यात पाणी मिसळून त्यांचा लगदा करणे.

जुन्नरी कागद्यास मिळणारी मजूरी

रद्दी कागद गोळा करणारे कचरी लोक जुना कागद आठ आणे मण विकत असत. चांगला कागद तीन ते पाच रुपये मण पडत असे. जुना कागद तीन भाग आणि चांगला कागद एक भाग घालून कागद बनवत. चांगल्या कागदांसाठी दुसऱ्या प्रकारचा कागद दोन भाग घेत. कागदाचा लगदा कठीण जमनीवर घासून त्याचे त्यातील तंतू सुटे करत आणि धोतराच्या फडक्यात घालून नदीवर घुसळून धूत असत.

हातकागदावर खळ लावण्याचे काम मोठ्या कुंचल्याने करत असत. त्यानंतर कागद गुळगुळीत व्हावा म्हणून दोन चार रत्तल वजनाच्या दगडाने कागद घोटत. कागदाच्या खाली तीन फूट लांब आणि आठ इंच जाड असा ओढका घेत. कागदाचा साचा दोन रुपयास मिळे. त्यांवरील जाळीस दोन रुपये पडत. कांजी लावण्याचा वाखाचा कुंचला चार आण्यास मिळे. दहा दस्ते कागद भिंतीवर चिकटवण्यास चार आणे पडत. चिकी लावण्याची मजुरी दोन आणे. कागदावर जिल्हई करणाऱ्यास सहा आणे मजुरी असे. हे काम करणारे मजूरांना दिवसाला सहा ते आठ आणे आणि बायकांना फक्त दोन आणे मिळत.

हातकागदाची कृती

हातकागदाचा इतिहास आणि तो पूर्वी कसा करत त्याची माहिती दिल्यावर त्याच्या प्रत्यक्ष कृतीकडे वळू. वर्धा येथे ज्या पद्धतीने कागद करत असत ती पद्धत येथे देत आहे. ज्या वस्तूंचा कागद करायचा त्यांच्या स्वच्छतेकडे प्रथमतः लक्ष पुरवले पाहिजे. त्यात धूळ, कचरा, वगैरे वस्तू राहू देऊ नयेत. कारण त्यामुळे कागद चांगला स्वच्छ बनत नाही. कच्च्या मालाचे बारीक बारीक तुकडे करून ते पाण्यात कुजत घालावे. पुन्हा पुन्हा ते खाली वर करावे व नेहमी पाण्यात भिजून राहतील अशी काळजी घ्यावी. कच्चा माल भिजून चांगला नरम झाल्यावर तो लाठेखाली कुटण्यास घ्यावा.



आ. ५५ हिंदुस्थानातील मुसलमान कागदी

लगदा कुटणारी लाठ

कुटण्यासाठी जे साधन असते त्यास लाठ म्हणतात. आपणाकडे असलेल्या पोह्यांच्या लाठेप्रमाणे ही असते. एक आडवा आस करून त्यावर मोठा, उभा, लांब दांडा असतो त्याच्या एका तोंडास मुसळ असते व दुसऱ्या टोकांवर पाय देऊन दाबल्याने व सोडल्याने मुसळ खालीवर होते व त्याच्या खालील उखळात असलेला माल कुटला जातो. उखळाशी माल सारण्याकरता एक माणूस व लाठ पायाने चालवण्यास कमीत कमी एक ते जास्तीत जास्त पांच माणसे लागतात. माल ठेवण्यासाठी असलेली उखळ दीड हात औरस चौरस असते. व सुमारे पाऊण हात खोल असते. ती बहुतेक दगडाची अगर सीमेंटची असते. लाठेचा दांडा आठ-दहा फूट लांब असून त्याची रुंदी सुमारे आठ-दहा इंच असते. त्याच्या एका टोकास चार पाच फूट लांबीचे मुसळ लावलेले असते. या मुसळाच्या टोकास दोन-चार लहान लहान दात असतात. लाट चालवणरा माणूस तिच्या मागील टोकास उभा राहातो व वरील छपरापासून खाली आलेली दोरी हाताने आधारासाठी धरून पायाने लाठीचा दांडा दाबतो व सोडतो. अर्थातच दुसऱ्या टोकास बसवलेले मुसळ उचलून आपटते. अनेक मुसळे असलेली लाटही वापरात आहे. त्याचप्रमाणे यंत्रसिद्ध कागदाच्या प्रक्रियेत वापरतात त्या प्रकारचा घोटणा आता हात कागदाच्या कृतीतही वापरात आला आहे.

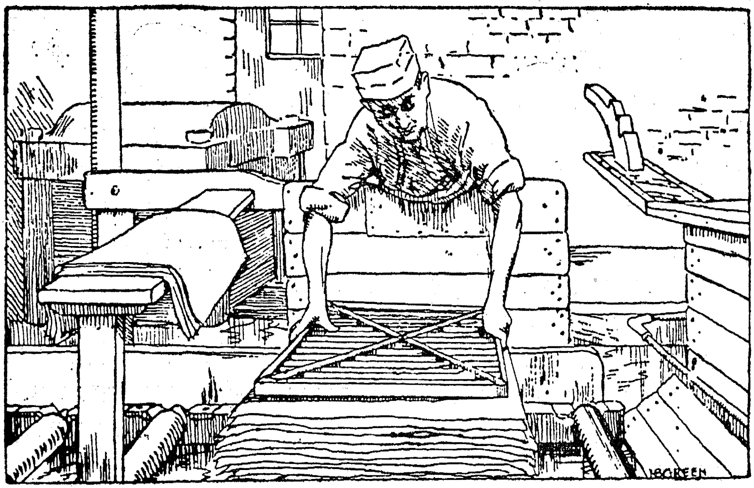
लगदा धुण्याची पद्धत

कुटलेला माल एका चादरीवर किंवा धोतरावर घालून त्यातील माल पाण्यात बुडून राहील अशा बेताने धोतर नदीत धरतात. त्याचे कोपरे कंबरेस बांधून दोन-चार लोकांनी पाण्यात उभे राहण्याची पद्धत आहे. अशा पद्धतीने कुटलेला माल धुण्याची क्रिया करतात.

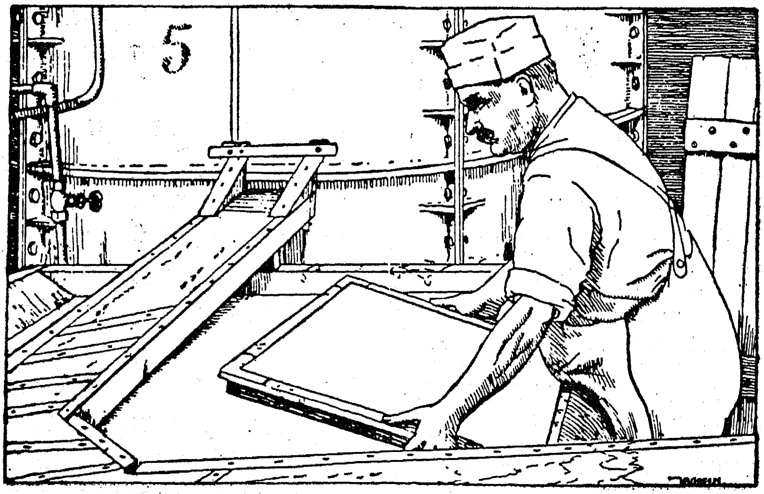
धुतलेल्या मालात (कळीचा) चुना घालून तो त्यात चांगला मिसळून ठेवल्याने तंतूव्यतिरिक्त द्रव्य निघते. जरुरीप्रमाणे असा माल सुमारे एक महिना ठेवून पुन्हा कुटावा व धुवावा. पुन्हा त्यात खाजीखार व सामुद्रखार घालावा. याचे प्रमाण १०० भाग मालास ३० भाग साजीखार व १० भाग सामुद्रखार घ्यावा. हे मिश्रण मालासह कुटून आठ ते पंधरा दिवस ठेवल्यावर धुवावे. जसा कच्चा माल कठिण व करायचा कागद चांगला तसा हे मिश्रण कुटणे व धुणे ह्या क्रिया जास्त वेळ कराव्या लागतात, किंवा गरम करून उकळावेही लागते.

यानंतर मालाच रंगहरण करण्यासाठी विरंजन चूर्णाचा द्राव घालावा लागतो. यासाठी विरंजनचुर्ण व परक्लोरान यांचा उपयोग होतो. हा द्रव घालून एक दिवस ठवतात. या कामास धातूचे भांडे चालत नाही. मिश्रण थोड्या थोड्या वेळाने हलवत राहावे व ते बुडून राहील इतके पाणी त्यात असावे. रंगहरण जास्त वेळा करायचे असल्यास एकदा एक दिवस ठेवलेले मिश्रण सामुद्रक्षारात उकळून धुवून मग

पुन्हा त्यात विरंजन चूर्ण घालावे. शेवटी सासेद्रगंधकाचा द्राव घालून एक तास ठेवून धुवून टाकावा.



आ. ५६ दोणीतून साच्यावर बलकाचा थर चलणे



आ. ५७ पाणी निथळल्यानंतर कागद टाकण

रद्दीचा बलक बनविण्यास साबणाच्या पाण्यात रद्दी उकळली तर पुरे होते. परंतु रद्दी जर टणक कागदाची असेल तर सामुद्रक्षाराचा उपयोग जरूर आहे.

तयार बलक एका सिमेंटच्या हौदात ठेवण्यात येतो. यात साचा बुडवून काढतात व या कामास हौजूकशी असे म्हणतात. हौद चार-पाच फूट औरस चौरस असून त्याच्या तीन बाजू जरा उतरत्या व ज्या बाजूस साचा बुडवणारा बसतो ती बाजू सरळ उभी असावी. हौदाची खोली दोन-अडीच हात असते. साचा बुडवून काढल्यावर बलकातील पाणी निथळून जाण्यासाठी साचा काही वेळ हौदावर ठेवण्यासाठी एक आडवी पट्टी हौदावर ठेवतात व त्यावर साचा ठेवता येतो.

लगद्याचा कागद करणे

कागद तयार करण्यासाठी बलकात पाणी घालून तो पातळ करावा लागतो. त्यात पाणी १०० पट पर्यंत असते व काही वेळ तसेच राहू द्यावे म्हणजे बलक हे मिश्रण खाली बसतो. नंतर साचा हातात घेऊन जरा तिरकस बुडवायचा व वर काढून सरळ रायचा. तंतू आडवे उभे व्हावे म्हणून साचा हलवून तंतू पसरावे लागतात. जितका कागद जास्त जाड पाहिजे तितक्या वेळा साचा बुडवून जास्त जास्त पुटे द्यावी. जरूर तेवढी जाडी आल्यावर पाणी निथळण्यासाठी साचा हौदावरील आडव्या पट्टीवर ठेवून घ्यावा. पाणी निथळून गेल्यावर साच्यावरील जाळी उचलून उलटी धरावी व मागहून जरा ठोकून कागद खाली पडू द्यावा. ह्या कागदामध्ये कपडा ठेवून त्यावर वजन ठेवतात म्हणजे पाणी आणखी निघून जाते व मग सुकण्यासाठी कागद पसरायचे. किंवा चुन्याच्या भिंतीस चिकटवायचे. सुकल्यावर ते आपोआप सुटून खाली पडतात.

गव्हाचे सत्त्व काढणे

नंतर सुकलेल्या कागदास खळ लावण्यात येते. ही खळ पिठाची करतात, बहुधा मैद्याचा उपयोग होतो. गहूं पाण्यात २–३ दिवस भिजत ठेवून मग ते चेचतात. त्याचे भूस जाऊन आतील सत्त्व निराळे होते. त्या सत्त्वात पाणी घातल्यावर साधारण जाड असे पांढरे द्रव्य तयार होते. काही वेळ हे असेच ठेवल्यावर त्यातील सत्व खाली बसते. व पाणी वर राहते. ते हळूच निराळे काढून घेतले पाहिजे. याप्रमाणे सत्व पाण्यात दोन चार वेळ धुतात व सुकवून ठेवतात. केळे, अफू ह्यांचेही सत्व बनवून त्याचा थर कागदावर देण्यात येतो. यांची चटणी करून पाण्यात मिसळण्यात येते व नंतर गव्हाप्रमाणेच ते धुवून सुकवून ठेवतात.

कागदाच्या वजनाच्या दहा ते वीस टक्के खळ लावतात. या प्रमाणात सत्व घेऊन त्यात सुमारे दहा पट पाणी मिसळतात व पुन्हा ते पातळ करतात. यात घालण्याकरता दोन टक्के मोरचूद (तूतीया)व दहा टक्के तुरटी यांचे मिश्रण तयार करावे. सत्व गरम करून त्यात हे मिश्रण घालावे. हे सत्व थंड झाल्यावर बोळचाने कागदावर लावावे.

सरेश व राजन यांचे साबण

सरेशचे तुकडे करून त्यात १०० पट पाणी घालून काही तास ठेवावे व नंतर गरम करावे. सरेसच्या वजनाच्या वीस टक्के तुरटी घ्यावी. व त्याचे पाणी करून वरील मिश्रणात घालावे. हे सर्व मिश्रण एका हौदात भरून त्यात दहा बारा कागद एका वेळी बुडवून काढावे. ते बाजूला ठेवून त्यावर साधे कागद बुडवल्याशिवाय ठेवावे. त्यावर पुन्हा कागद बुडवून व परत वर सुकेल अशा प्रमाणे त्यांची बिट्टी करून वर वजन ठेवावे म्हणजे न बुडवलेले कागद बुडवलेल्या कागदापासून मिश्रण शोषून घेतात.

राजनचे पाणी बलकातच मिसळतात. प्रथमत: साबण बनवण्यात येतो. मोठ्या भांड्यात पाणी ठेवून त्यात निम्मा सोडा, व निम्मा भाग राजन टाकतात. राजन टाकतांना पाणी उफाळून बाहेर सांडण्याचा संभव असतो. त्याकरता त्याचे थोडे थोडे तुकडे टाकले पाहिजेत. नंतर पाच सहा तास हे मिश्रण उकळत ठेवावे. उकळून जाईल तेवढे पाणी पुन्हापुन्हा घालत असावे. ते खाली उतरून काही दिवस ठेवावे म्हणजे खाली साका बसतो तो साबण होय. वरील पाणी ओतून टाकून तो काढून घ्यावा.

बलकात राजनचा साबू चार टक्के व तुरटी बारा टक्के घालावी. प्रथम राजन व मागाहून तुरटी. कारण त्यांचं मिश्रण पूर्वीच केल्यास ते चिकट बनून मग पाण्यात मिसळत नाही.

कागदास जिल्हई करण्याचे काम यानंतर करायचे असते. याकरता लाकडाचा एक गुळगुळीत ओंडका घ्यावा. हा ओंडक्या मध्ये खोलगट व दोन्ही बाजूस उंच असा असावा. घोटण्याकरता पाट्याच्या दगडाप्रमाणे वाटोळा असा एक दगड घ्यावा. याकरता कागदावर ठेवायचे काचेचे वजनही वापरता येईल. ओंडक्यावर कागद ठेवून वर दगडाने घोटावे. पहिल्याने एका बाजूने घोटल्यावर मागाहून दुसऱ्या बाजूने घोटावे. कागदावर पाणी मारून त्यास इस्तरी करणे यास कॅलेंडरिंग म्हणतात.

याप्रमाणे कागद तयार झाल्यावर त्याचे मापाचे तुकडे करावे. ज्या मापाचा तुकडा करणे असेल त्याच मापाचे दोन तक्ते घेऊन त्यात कागद ठेवावे व बाहेर राहिलेला भाग सुरीने कापावा.

हातकागदाचे प्रचलित आकार व त्यांची नावे :

फूल्सकॅप	१७ × १३	इंच
पत्रव्यवहाराचा कागद	११॥ × ९	,,
शाहिस्तखानी	२८ × २१	,,
बहादूरखानी	३८ × ३१	,,
डेमी	२२ × १७	,,
रॉयल	२५ × २०	,,

रंगीत हातकागद

कागदाच्या बलकात हळद, कुसुम्भ किंवा नीळ घालून त्यास अनुक्रमे पिवळा, तांबडा

व निळा कागद बनवता येतो. शिवाय ज्यास पक्के रंग म्हणतात, तेही घालता येतात त्यांची नावे अशी :

निळा रंग

चायनीज ब्ल्यू टॅनीन ब्ल्यू डॉयामीन फास्ट ब्ल्यू

पिवळा रंग

ब्रिलियंट यलो सन यलो क्लोरोझल यलो

तांबडा रंग

बेन्झो पपरीन डायामीन रेड डायनील रेड सुलतान रेड

हातकागदास पांजणी करणे

हातकागदास तडतड आणि कठीणपणा येण्यासाठी पांजणी करण्याची एक नवी पद्धती आहे ती अशी :

एकपौंड गोंद थंड पाण्यात बारा तास भिजत ठेवावा. नंतर ते मिश्रण ९५ डिग्रीपयत तापवावे. नंतर अर्धा पौंड सामुद्रक्षार तीन पौंड राळ व सहा पौंड पाणी यांच्या मिश्रणात वरील गोंदाचे पाणी घालावे. शंभर पौंड बलकात ही खळ घालून चांगले ढवळावे व वर येणारा फेस काढून टाकावा. यात (बारा पौंड) तुरटीचे पाणी घालावे. या प्रकारचे कागद काचेवर सुकावावेत. चुन्याच्या भिंतीस चिकटवू नयेत. कारण चुन्यामुळे खळीचा गुण नष्ट होतो.

कागदास जिल्हई देणे

कागदास जिल्हई देण्याकरता कपड्यांच्या घडीवर काच ठेवावी आणि वर कागद ठेवावा. हा कपडा कागद दाबण्याकरता मध्ये ठेवलेलाच असतो. तोच घ्यावा. काचेवर ठेवायचा कागद एकदम ओला नसावा. तर तो तयार झाल्यावर दाबून थोडे तास सुकवून मग घ्यावा. काचेवरील कागदावर जो कपडा असतो त्यावर रबराचा रूळ फिरवून तो खाली काचेस चिकटेल इतका दाब द्यावा. नंतर कपडा काढून घेऊन पुन्हा रबराचा रूळ कागदावर फिरवावा. नंतर काच उलटी करावी व दुसरा कागद चिकटवून त्यास गुळगुळीतपणा आणावा. याप्रमाणे दोन्ही बाजूस दोन कागद लावल्यावर काच उन्हात ठेवावी. कागद सुकल्यावर आपोआप निघतो.

हात कागद त्याच प्रमाणे चांगले लिहिण्याचे कागद, कायम स्वरूपाच्या हिशेबाच्या वह्या, प्रमाण पत्रे, इत्यादीसाठी वापरायच्या कागदास कुंडी पांजणी (**tub sizing**) करतात. कातड्याचे तुकडे, मेंढ्या-बकऱ्यांची कातडी यापासून जिलेटीन बनवतात. त्याचा वापर होतो. ही पांजणी प्राणीज पांजणी म्हणून ओळखली जाते (animal sizing). एका कोळंबीत वरील द्रव्य गरम करतात. त्यात कागद बडवून काढल्यावर जादा द्राव दाबून काढून टाकतात. जिलेटीन ऐवजी पिठाची

खळही वापरात आहे. खळ किंवा जिलेटीन मध्ये बुडवलेले कागदाचे तुकडे वाळवण्याची विशिष्ट पद्धत आहे. कागद दोऱ्यावर टांगून त्या खोलीतील उष्णतामान वाढवायचे. त्याला लॉफ्ट ड्राइंग (loft drying) असे म्हणतात. असे तुकडे उघड्यावर पसरवून वाळवण्याच्या क्रियेस एअर ड्राइड असे म्हणतात. जिलेटीन किंवा खळ लावलेले कागद गरम रूळात वाळवले तर ते सर्वत्र सारखे वाळत नाहीत. कोठे कोठे आर्द्रता राहते. म्हणून ते रापवणे आवश्यक असते. हे कागद कोठारात काही काळ ठेवल्याने आर्द्रता सर्वत्र सारखी होते.

कागदाला जिल्हई देण्याचे अनेक प्रकार आहेत. दोन गरम पोलादी तक्त्यात कागद दाबून काढले की त्याना जिल्हई होते. त्याला उष्ण जिल्हई (hot pressing) म्हणतात. हे तक्ते उसाच्या चरकाप्रमाणे असलेल्या रूळातून दाबून काढतात. त्या रूळांपैकी एक जरा जास्त वेगान फिरतो. त्यामुळे तक्ता सरकतो. आणि कागदावर घर्षण होते. या क्रियेस तक्ता जिल्हई (plate glazing) म्हणतात. कागद तक्त्यांसह एकदा दाबून काढल्यावर उलट करून पुन्हा दाबून काढला पाहिजे, म्हणजे दुसऱ्या बाजूस जिल्हई होते. असे जितक्या वेळा करणे तेवढी जिल्हई जास्त होते.

१

कागदाचे आकार आणि वजन

कागदाचे ब्रिटिश आकार

अगदी अलिकडे पर्यंत आपण कागदाचे अनेक आकार वापरत होतो. त्यांना ब्रिटिश आकार (British sizes) असे म्हणतात. त्यातील प्रमुख आकार म्हणजे फूलस-कॅप १३॥"×१७", क्राउन १५"×२०", डेमी १७॥"×२२॥" आणि रॉयल २०"×२५". गिरण्यातून जो कागद पुरवण्यात येतो तो दुप्पट आकारात असतो. पहिले तीन आकार चौपट आकारातही पुरवण्यात येतात. याशिवाय ॲटलास १३"×१७", इम्पीरीयल २२"×३०", मीडियम १८"×२३", पोस्ट १५॥"×१९॥", लार्ज पोस्ट १६॥"×२१", सूपर रॉयल २०॥"×२७॥" आणि एलिफंट २३"×२८" या आकारातही कागद मिळे. यापैकी आता क्राउन, सूपररॉयल आणि मिडीयम हे आकार पुस्तकांसाठी वापरात आहेत. इम्पीरियल आकार पुठ्ठ्यासाठी आणि एलिफंट ड्राइंग कागदासाठी वापरतात.

लिहिण्याचे कागद

लिहिण्याचे कागद वरील नावाखाली विकले जातात. परंतु त्यांचा आकार थोडा लहान असतो. पोस्ट १२॥"×१५", फूलसकॅप १३।"×१६॥", स्मॉल पोस्ट १४॥"×१८॥", स्मॉल डेमी १५॥"×२०", स्मॉल मीडियम १७॥"×२२", स्मॉल रॉयल १९"×२४", रॉयल १९"×२७". यापैकी वह्यांसाठी फूलस्कॅप कागद ६॥"×८", पत्रव्यवहारासाठी मीडियम ८"×११" आकारात वापरला जातो. इतर कागद बहुदा हिशेबाच्या वह्या इत्यादीसाठी वापरतात. भारतात कागदाचे उत्पादन मर्यादित असल्यामुळे गिरण्या त्यांच्या यंत्रावर तयार होणाऱ्या

जास्तीत जास्त रुंदीत बरोबर बसतील अशाच आकाराने कागद काढणे पसंत करतात. त्यामुळे फूलसकॅप. क्राउन, डेमी, मीडियम आणि रॉयल या आकारात लिहिण्याचे, छापण्याचे आणि इंपीरिअल आकारात पुठठे सुलभतेने बाजारात मिळू शकतात.

छापण्याच्या कागदांचा आकार

छापण्याच्या कागदाचे क्राउन, डमी इत्यादी आकार वर दिले आहेत. ते दुपटीत किंवा चौपटीत मागवायचे व ते कोणत्या आकाराच्या यंत्रावर ते कागद छापले जाणार त्यावर अवलंबून असते. मोठ्या आकारातील कागद यंत्राच्या आकारात कापून घेता येतात; परंतु त्यासाठी जी कापणी यंत्रे लागतात ती मोठ्या आकारात सामान्य मुद्रकांकडे उपलब्ध नसतात. म्हणून साधारण दुपटीच्या आकारात कागद मागविण्यात येतो. दुसरे एक कारण म्हणजे कागदाची मोठ्या (चौपटीच्या) आकारातील रीमे हाताळणे कष्टांचे असते. गिरण्यातून ती लांकडी फळचात (crates) बांधून मागवणे खर्चाचे, म्हणून रीमांच्या गुंडाळ्या करतात. त्यामुळे कागद यंत्रावर बरोबर लावता येत नाही. विशेषत: स्वयंचलित यंत्रावर तर फारच त्रास होतो. पाश्चात्य देशात मोठ्या आकारातील कागद सपाट अवस्थेत घडवंचीवर (pallets) बांधून सरळ मुद्रणालयात पोहचवण्याची व्यवस्था असते. त्यामुळे कागद खराब होत नाही. आणि मुद्रण यंत्राचा वग कमी ठेवावा लागत नाही. यामुळे होणारे जादा उत्पादन कागद बांधणीचा जादा खर्च सोसू शकते. वेष्टन मुद्रणात कागद वेगवेगळ्या अप्रमाणित आकारात मागवणे जरूर असते. लिफाफ्यासाठीही कागद सोईच्या आकारात मागवला जातो. मोठ्या प्रमाणात हा कागद लागत असल्यामुळे कामाच्या सोईने तो मागवतात आणि गिरण्यातही मोठ्या मागण्या गिऱ्हाईकांच्या सोई प्रमाणे पुरवतात.

कागदाची जाडी आणि वजन

कागद वजनावर विकला जातो. एका पाचशे कागदाच्या रीमाचे वजन पौंडात सांगण्यांत येते. आता ते किलो ग्रॅममध्ये सांगण्यात येते. (२.२ पौंड = १ किलो ग्रॅम). तरी सवईने अजूनही पौंडात सांगितले जाते. जसे डेमी १७ पौंड. याचा अर्थ ६० 'ग्रॅम प्रती मीटर' वजनाचे १७॥"x२२॥" आकारातील ५०० कागद. या परिमाणास वजन (substance) असे नाव आहे. आकार-निरपेक्ष एक चौरस मीटर कागदाचे ग्रॅममध्ये जे वजन येते ते सांगण्याचा प्रघात आहे. त्याला जी. एस. एम. (grams per square meter) असे म्हणतात. ही जी. एस. एम. ची पद्धती प्रचारात येण्यापूर्वी कागद कोणत्याही आकारात असला तरी तत्सम घनतेच्या डेमी कागदाचे वजन निर्देशित करण्याची पद्धत होती. उदा. 'डबल क्राऊन वजन डेमी १७ पौंडाप्रमाणे' इथे डबल क्राऊनचे वजन २६ पौंड येते. याच वजनाच्या डबल फूलसकॅपचे वजन २० पौंड समजायचे असे. यासाठी थोडी आकडेमोड करावी लागते. जंत्रीचा

वापर करून कोणत्याही आकारातील वजन काढता येते. त्याबाबत पुढे परिशिष्टा-मध्ये जरूर ती माहिती दिली आहे.

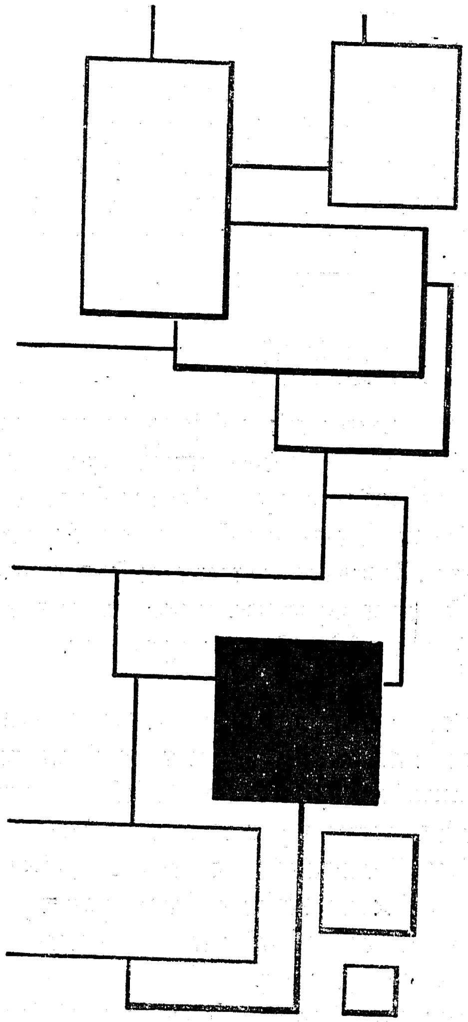
वरीलप्रमाणे कागदाचे वजन सांगितल्याने कागदाची जाडी कळत नाही. ती कागदाच्या जिल्हईवर अवलंबून असते. चिकणा कागद (सूपर कॅलेंडर) पातळ असतो तर अँटीक आणि फेदरवेट कागद जाड असतात. जिल्हईचा प्रकार कळल्यास जाडी निश्चित होते. जाडीला 'कॅलिपर' असे म्हणतात. ग्रंथ मुद्रणात पुस्तकाची जाडी पूर्व-नियोजित असते तेंव्हा जिल्हईचा प्रकार निश्चितकरून घ्यावा लागतो. कमी पानांचे पुस्तक जाड दिसावे म्हणून ही खटपट करावी लागते.

कागदाच्या ब्रिटिश आकारातील गैरसोई

ब्रिटिश आकारपद्धतीत वेगवेगळ्या आकारातील आणि वजनातील कागद तयार करणे, गिरण्यांची कागद उत्पादन क्षमतेचा पुरेपुर फायदा उठवण्याच्या दृष्टीने त्यांना खर्चाचे पडते. आणि पुस्तकांना अनेक प्रकार साठवावे लागतात. पाच-सहा आकारा-तील पाच-सहा वजनाचे आणि पाच-सहा प्रकारचे कागद कोठारात ठेवायचे तर सुमारे शे-सव्वाशे प्रकारचे कागदाचे प्रकार साठवावे लागतील. आणि मोठ्या छापखान्यात तसे साठवतही असत. निदान कागद व्यापाऱ्यांना तरी ते मागवून पुरवण्याची व्यवस्था करावी लागे. ते ती करत, अजूनही करतात. पण त्यासाठी त्यांना जादा पैसा गुंतवावा लागतो आणि तो ते जादा खर्च गिऱ्हाईकाकडून वसूल करतात. हे अयोग्य म्हणता येत नाही.

कागद उत्पादनातील आणि उपयोगामधील हे अराजक टाळण्यासाठी जर्मनीमध्ये कागदाचे आकार प्रमाणित केले गेले. याना 'डीन' आकार (Deutsche Industrie Normen) असे म्हणतात. कागदाच्या ब्रिटिश आकारात एखाद्या आका-रातील लांबीरुंदीचे प्रमाण त्याच्या दुप्पट आकारातील लांबीरुंदीत बदलते. उदाहर-णार्थ क्राउन १५"×२०" प्रमाण तीनास चार, डबल क्राउन २०"×३०" प्रमाण दोनास तीन, क्राउन अष्टपत्री ५"×७॥" प्रमाण दोनास तीन; क्राउन चतुष्पत्री ७॥"× १०" प्रमाण तीनास चार. हाच प्रकार सर्व ब्रिटिश आकारांबाबत आढळतो. हे सर्व अराजक 'डीन' आकारात टाळण्यात आले आहे.

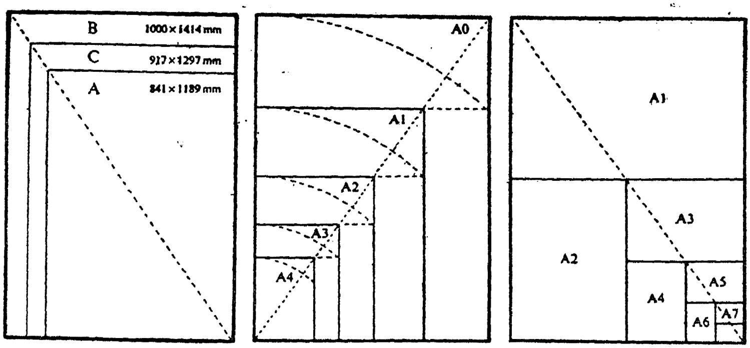
ब्रिटीश प्रमाणित कागदांचे आकार कसे अशास्त्रित होते हे आकृती ५८ वरून स्पष्ट होईल. हात कागदाचे जे आकार होते तेच यंत्रसिद्ध कागदात कायम ठेवण्याची जरूरी नव्हती. परंतु परंपरा सांभाळण्यासाठी ते तसे ठेवण्यात आले. यामुळे गिर-ण्यांना विविध आकारात कागद कापून रीमे बांधून द्यावी लागली. आणि मुद्रकांनाही विविध आकारात कागद कापून रीमे बांधून द्यावी लागली. यावर उपाय म्हणून प्रथम जर्मनीमध्ये कागदाचे आकार प्रमाणित करण्याची कल्पना निघाली. हे नव्याने निश्चित केलेले कागदचे 'डीन' आकार (Deutsche Industrie Normen)



आ. ५८ कागदाच्या ब्रिटिश आकारातली प्रचंड विविधता दर्शवणारे रेखाचित्र ह्यात विविधतेबरोबर अप्रमाणितपणाही स्पष्ट होतो.

म्हणून मान्यता पावले (१९२६). काही वर्षापूर्वी या आकारात थोडा बदल करून भारताने त्यांचा स्वीकार केला(I. S. १२२०). अलिकडे ब्रिटननेही डीन आकार स्वीकारले आहेत. कागद विषयावरील इतर मानकांची (standards) माहिती नंतर येईलच.

डीन पद्धतीत तीन मुख्य आकार आहेत. ते A, B, C या नावाने ओळखण्यात येतात. मूळ आकार, A, B, C पुढे O हे अक्षर ठेवून दाखवण्यात येतात. त्याचे विभाग असे दाखवतात : A 1 = अर्धा, A 2 = चतुर्थ, A 3 = अष्टमांश, AA = सोळांश. डीन आकारातील मूळ कागद अर्धा केल्यावरही त्याच्या लांबीरुंदीचे प्रमाण कायम राहते. कारण मूळ आकारातील लांबीरुंदीचे प्रमाण एकाला दोनाचे वर्गमूळ $1 : \sqrt{2}$ असे ठेवले आहे. मूळ AO या आकाराची रुंदी लांबी ८४१×११८९ मि. मी. अशी आहे. त्याचे दोन भाग केले म्हणजे A 1 आकार होतो. त्याची रुंदी लांबी ५९४ × ८४१ मि. मी. अशी होते. त्यातही लांबी रुंदीचे प्रमाण पूर्वीप्रमाणेच रहाते. तेच प्रमाण पुढच्या भागात राहते.

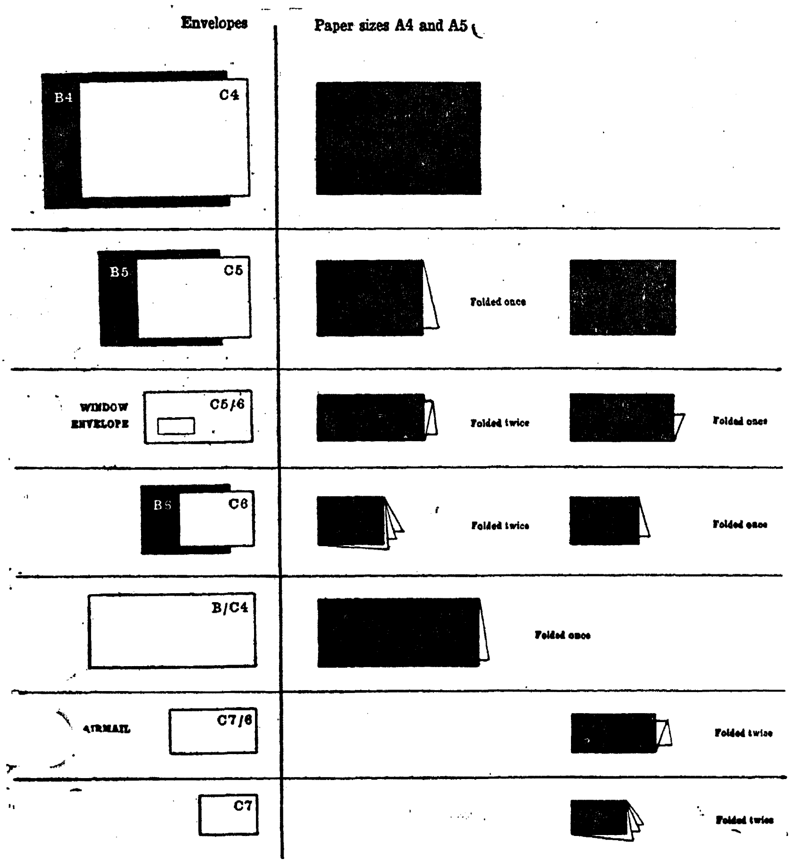


आ. ५९ A, B आणि C सीरीज मधले कागदाचे आकार आणि लांबीरुंदीचे प्रमाण

उदाहरणार्थ :

AO = ८४१ × ११८९ मि. मी.	A 3 = २९७ × ४२० मि.मी.
A 1 = ५९४ × ८४१ ,, ,,	A 4 = २१० × २९७ ,, ,,
A 2 = ४२० × ५९४ ,, ,,	A 5 = १४८ × २१० ,, ,,

AO आकाराचा कागद(८४१ × ११८९मि.मी.)हा बरोबर एक चौरस मीटर भरतो. ह्या आकाराचा उपयोग लिहिण्यासाठी आणि छापण्यासाठी आणि इतर सर्व प्रकारच्या कामासाठी करायचा आहे. B O आकाराचा कागद (१०००× १४१४ मि. मी.)



आ. ६० A सीरीजमधल्या आकारातली पत्रे आणि B त्यासाठी C सीरीजमधले लिफाफे

भित्तीचित्रासाठी आणि CO आकाराचा कागद (९१७ × १२९७) हा लिफाफ्यांसाठी वापरायचा आहे.

वर जे A सीरीजचे आकार सांगितले ते कापलेल्या (trimmed) कागदाचे आहेत. पूर्वीप्रचलित असलेले ब्रिटिश आकार हे न कापलेले (untrimmed) असत. उदा. क्राउन १५"×२०", डेमी १७॥" × २२॥", रॉयल २०" × २५". त्यामुळे यावर छापलेली पुस्तके छाट मारल्यावर थोडी लहान होत. अर्थात छाट किती मारावी हे ठरलेले नसल्यामुळे पुस्तकांचे आकार निश्चित नव्हते. छापण्यासाठी थोडा मोठा कागद लागतो. त्याची सोय मेट्रिक C आकारातील कागदात (८६० × १२२० मि. मी.). केलेली आहे. त्याला छापण्यापूर्वीचा आकार (raw stock) असे म्हणतात. काही पुस्तकांत अगदी कडेपर्यंत चित्रे असतात (bleeding). त्यासाठी आणखीनच

मोठा कागद घ्यावा लागतो. अशा कागदास विशेष लांबीरुंदीचा कागद (RAO) असे म्हणतात. त्याचा आकार ८८० X १२४० मि.मी. असा आहे.

मेट्रिक आकारातील कागदामुळे अनेक फायदे अपेक्षित आहेत. कागदाच्या आकारांची संख्या कमी झाली. शिवाय कागदाचे वजन आणि रीमाचे वजन काढण्याच्या बाबत सुलभता आली. कागदाचे वजन प्रती चौ. मीटरास ग्रॅम असे सांगण्यात येते. त्यावरून ब्रिटिश आकारातील रीमाचे वजन काढण्यास गणित करावे लागते. तसे मेट्रिक आकारातील कागदांच्याबाबत करावे लागत नाही. प्रती चौरस मीटरला ६० ग्रॅम कागदाच्या A 1 आकारातील १००० कागदाचे वजन ६० किलो असते. एका रीमाचे वजन ३० किलो. A 1 आकारातील रीमाचे वजन १५ किलो. साधारणतः A 1 आकार (२३"X३३") हा डबल डेमी आकाराएवढा (२२॥"X३५") असतो. त्याचे रीमाचे वजन जी. एस. एम. ला चारांनी भागून काढता येते.

सर्वसामान्य पुस्तकांसाठी A 5 आकार (१४८X२१० मि.मी.) हा निश्चित केलेला आहे. हाही आकार डेमी अष्टपत्री आकाराच्या जवळ आहे. रुंदीत थोडा जास्त, लांबीत थोडा कमी. मात्र आपल्याकडे वापरात असलेल्या मोनो १२ पॉ. टाइपात असे पुस्तक छापल्यास ओळीच्या रुंदीत झालेल्या वाढीमुळे सुवाच्यता कमी होईल. अर्थात यासंबंधी विवेचन करण्याचे हे स्थळ नव्हे.

१०

कागदाचे प्रकार

कागदाच्या कृतीचे विवेचन आधीच्या प्रकरणातून केलेले आहे. त्यावरून समजून येईल की कागद मुख्यत: दोन प्रकारचा असतो. यंत्रसिद्ध कागद आणि हातकागद. या दुसऱ्या प्रकारात मोल्डमेड कागदाचा समावेश करायला हरकत नाही; कारण गुण-धर्मावरून त्याची जात हातकागदाजवळ असते. त्याला तर नकली हातकागद म्हणावे.

चांगले लिहिण्याचे कागद पाण्याच्या शाईने लिहिण्यास योग्य असले पाहिजेत. नित्योपयोगाची नोटबुके, शालापयोगी वह्या, नेहमीचा पत्रव्यवहार इत्यादीस लागणारे कागद टिकाऊ असण्याची जरूरी नाही. पण ते पाणी शोषणारे असता नयेत. दस्तऐवज, महत्त्वाचा पत्रव्यवहार, करारनामे, हिशेबाच्या वह्या इत्यादीस वापरण्यात येणारे कागद टिकाऊ असले पाहिजेत. फार हाताळण्यात येणारे चेक, चलनी नोटा इत्यादीस वापरण्यात येणारे कागद मजबूत आणि टिकाऊ पाहिजेत. ते हातकागदांतून घेणे जरी जरूर असले तरी त्यांच्या किमतीमुळे परवडत नाहीत. म्हणून या सर्व कामांसाठी आता यंत्रसिद्ध कागदच वापरला जातो. कागदाचे जिल्हईप्रमाणे होणारे प्रकार म्हणजे अँटीक, साध्या जिल्हईचे (machine finish), जल जिल्हईचे (water finish), विशेष जिल्हईचे (super calender), त्याचप्रमाणे पांजणी प्रमाणे होणारे प्रकार, पांजणी विना (unsized), अल्प पांजणीचे (soft sized), पूर्ण पांजणीचे (hard sized), कुंडी पांजणीचे (tub-sized), पृष्ठभाग पांजणीचे (surfaced sized), इत्यादी. यांचे विवेचन पूर्वीच केलेले आहे. आता कागदाच्या उपयोगावरून त्याचे जे प्रकार बनतात त्याचे विवेचन करू.

कागदाच्या उपयोगाच्या दृष्टीने लिहिण्याचे, छापण्याचे, वेष्टनाचे आणि पुठ्ठे असे चार प्रकार संभवतात.

लिहिण्याचे कागद (writings)

लिहिण्याचे कागद गुळगुळीत, जास्त पांजणी केलेले असून, त्यात (पाण्यातील) शाई पसरणार नाही असा गुण असणे अवश्य असते. पक्की पांजणी (hard sized) केल्याने कागद टणक बनतो, आणि त्यात पाणी विरत नाही. त्यातील तंतू जवळजवळ असतात आणि त्यामध्ये पांजणी द्रव्य (राळ इत्यादी) असते. या कागदांसाठी लेड आणि ओव्ह असे दोन्ही साचे वापरतात. कागदांच्या **बनावटीत** चिंध्या, रासायनिक रांधा, गवत इत्यादींचा वापर करण्यात येतो.

भारतात कागद निर्मितीत प्रामुख्याने बांबूचा उपयोग होतो. यंत्रसिद्ध कागदात बांबूच्या रांध्यांचाच उपयोग होतो. परंतु मजबुती आणि टिकाऊपणा यांसाठी चिंध्यांचा रांधा आदर्श होय. लिहिण्याच्या कागदाचे अनेक प्रकार आहेत.

(१) **बँक कागद** (banks) : पातळ पण टणक अशा लिहिण्याच्या, विशेषत: टंकलेखनासाठी वापरायच्या, कागदास बँक असे नाव आहे. तो ओव्ह खुणांचा असतो. त्याचा रंग दुधाळी (cream) किंवा निळसर (azure) असतो. ज्या कागदावर चलनी नोटा छापतात तो कापड, लिनन, शिडाचे कापड इत्यादीपासून करतात. नोटांचे कागद टिकाऊ तर असले पाहिजेतच, पण ते नित्य हाताळण्याने खराब होता नयेत. यांच्या बनावटीत कापडाच्या चिंध्या वापरल्याने त्यात मजबुती आणि टिकाऊपणा हे गुण येतात. बँक कागद आता यंत्रावर रासायनिक सल्फाइट रांध्यापासून करतात.

(२) **बाँड आणि लोन** (bond & loan) : ब्लँक कागदापेक्षा जरा जाड अशा यंत्रसिद्ध कागदास 'लोन' कागद म्हणतात. ते यंत्रातच पांजणी केलेले असतात. उच्च प्रतीच्या लोन कागदांना कुंडी-पांजणी केलेली असते. त्यांचा साचा विणलेला (wove) असतो.

(३) **लेजर आणि अकाउंट** (ledger/account) : चांगले लेजर कागद हे हातकागद असतात. परंतु आता उपयोगात असलेले लेजर आणि लोन कागद यंत्रावरच तयार होतात. लेजर कागदाचा रंग निळसर (azure) असतो. ते कुंडीपांजणी केलेले असून त्याची जिल्हई बेताचीच असते. हात कागदाच्या दोन्ही बाजू मजबूतीच्या बाबतीत होता होईतो सारख्या असतात. ह्या कागदाच्या निर्मितीत लांब तंतूंचा बलकच वापरण्यात येतो. त्यामुळे त्यास टणकपणा प्राप्त होतो.

(४) **ड्रॉइंग कागद** : लिननच्या चिंध्यापासून तयार केलेल्या जाड कागदास ड्रॉइंग कागद म्हणतात. यांच्या कच्च्या मालाचा रांधा करताना त्याचे रंगहरण करत नाहीत. हे कागद टांगून वाळवले जातात (loft dried). त्यांना जिल्हई करत नाहीत (unfinished). ते गरम रुळात दाबलेले असतात. त्यांचे प्रमुख आकार म्हणजे रॉयल (१९'×२४"), इम्पीरियल (२२"×३०"), डबल एलिफंट (२६$\frac{३}{४}$"×४०") आणि अँटीक्वेरीयन (३१"×५३") हे होत.

(५) **टंकलेखन कागद** (typewriting paper) : हे बँक कागदाप्रमाणेच पण पातळ असून त्यांचा रंग स्वच्छ पांढरा असतो.

(६) **हुंडी कागद** (cheque paper) : चेकसाठी वापरण्यात येणारे कागद हे लिहिण्याच्या कागदातच मोडतात. त्यांचा पृष्ठभाग पांढरा असून ते तक्ता जिल्हई केलेले असतात. किंवा त्यांना विशिष्ट जिल्हई (super calender) दिलेली असते. चेक कागदावर लिहायचे तर असतेच पण लिहायच्या जागेवर फ्युजिटिव्ह शाई पृष्ठभागी छापायची असते. ती पाण्यात तयार केलेली असते. तीत नक्षी (back ground) छापावयाची असते. त्यामुळे चेक कागद पाणी शोषण करणार नाहीत असे बनवावे लागतात.

लिहिण्याच्या कागदात चर्मकागद (parchment) इत्यादी अनेक प्रकार आहेत. आपण लिहिण्यासाठी जे कागद वापरतो त्यांना फोलीओ म्हणतो. ते क्रीम लेड फूल्स्कॅप फोलिओ कागद असतात. पत्रव्यवहारासाठी उपयोगात असलेले कागद बहुधा यंत्रसिद्ध असून यंत्रातच पांजणी केलेले असतात.

छापण्याचे कागद (printings)

छापण्याचे कागद (ज्याला इंग्रजीत 'प्रिंटिंग्ज्' म्हणतात) तयार करताना त्यावर छापायचे छापकाम ध्यानात घेतलेले असते. कागदाचा पृष्ठभाग लवचीक असून त्याचे पोत (texture) सर्वत्र सारखे असले पाहिजे. हे कागद छापताना त्यावर दाब द्यायचा असतो. त्यासाठी ते सर्वत्र सारख्या जाडीचे असावे लागतात. कारण जिथे ते पातळ असतील तिथे दाब कमी पडून छापणार नाही. आणि जिथे जाड असतील तिथे टाइप कागदात घुसेल. कागदाचा रंग पांढरा किंवा दुधाळी (cream) असला तरी उठावदार असला पाहिजे. छापण्याचे कागद लिहिण्याच्या कागदांपेक्षा कमी पांजणी केलेले असतात. त्यामुळे ते मुद्रणसुलभ होतात. छापण्याच्या कागदात रंगाचे (काळ्या वा इतर) ठिपके (specks) किंवा गाठचा असता नयेत. रद्दी कागदाचा लगदा वापरल्यास कागदावरील मूळ छपाईची अक्षरे कागदात राहतात. त्याचप्रमाणे शाईचे ठिपके राहतात. म्हणून असे कागद छापण्यास योग्य नाहीत. छापण्याचे कागद रासायनिक रांधा, यांत्रिक रांधा, रद्दी कागदांचा बलक यापासून तयार होतात. त्यात गवताचा रांधाही स्वस्ताईसाठी आणि मऊपणासाठी थोड्या प्रमाणात मिसळला जातो. चांगल्या छपाईस रासायधिक रांधा उपयुक्त असतो. त्यांत थोड्या प्रमाणात यांत्रिक रांधा मिसळलेला असतो आणि थोड्या प्रमाणात खनिज द्रव्य (mineral) मिसळलेले असते. वृत्तपत्र छपाईचा कागद यांत्रिक रांध्यापासून करतात. कारण तो टिकाऊ असण्याची जरूरी नाही. प्रकाशात त्याचा रंग बदलून पिवळा होतो. त्याची काळजी करण्याची जरूरी नसते. उलट विश्वकोशासारख्या प्रकाशनास कागद मजबूद, टिकाऊ आणि पातळ असणे जरूर असते. अशा कागदासाठी रासायनिक रांधा आणि काही प्रमाणात

चिंध्यांचा बलक वापरतात. त्यास इंडिया पेपर किंवा बायबल पेपर म्हणतात. दस्त-ऐवज, नोटा, टिकाऊ हिशेबवह्या इत्यादीसाठी रासायनिक रांधा आणि थोड्या प्रमाणात चिंध्यांचा बलक वापरतात.

पहिल्या प्रतीचा टिकाऊ कागद चिंध्यांच्या बलकापासून बनवतात. कापसाचा खराबा स्वच्छ असेल तर त्याचाही चांगला कागद बनतो. गवत, तांदळाचे भूस यापासून तयार केलेला कागद तिय्यम प्रतीचा असतो. यांत्रिक रांध्याचा कागद चवथ्या प्रतीचा. आपल्याकडे अलिकडे प्रामुख्याने बांबूपासून कागद बनवतात. सामान्य छपाईचे कागद यांत्रिक रांध्यापासूनच करतात. हा वृत्तकागदाच्या कोटीत मोडतो. वुड फ्री (wood free) म्हणून संबोधण्यात येणारा कागद संपूर्णपणे लाकडाच्या वा बांबूच्या रांध्यापासून बनवतात. पण त्यात सत्तर टक्के रासायनिक रांधा आणि तीस टक्क्यांहून कमी यांत्रिक रांधा असतो. टिकाऊ कागदात यांत्रिक रांधा असता नये. मात्र यांत्रिक रांधा थोड्या प्रमाणात असल्यास कागद मुद्रणसुलभ बनतो. आता प्रमुख कागद प्रकारांचा विचार करू.

(१) **छपाईचे कागद** (printing paper): छपाईचे कागद दोन प्रकारचे असतात. ते जिल्हई वरून झालेले प्रकार आहेत. पहिला प्रकार सामान्य जिल्हईचा (एम. जी. फिनिश) आणि दुसरा विशिष्ट जिल्हईचा (सूपर कॅलेंडर). पहिल्या प्रकारचे कागद बहुदा साधारण छपाईसाठी वापरले जातात. कागद यंत्रात तयार झाल्यावर गुंडाळण्यापूर्वी यंत्राला जोडलेल्या जिल्हई रुळांवरून (machine calenders) दाबून काढतात. क्वचित त्यावर पाणी मारून जलजिल्हई केली जाते (water finish). दुसऱ्या प्रकारात कागद तयार झाल्यावर गुंडाळी विशिष्ट जिल्हईच्या (super calender) रुळांमधून दाबून, घर्षण करून जिल्हई करतात. या कागदास चिकणा कागद म्हणता येईल. त्याच्या जादा गुळगुळीतपणामुळे त्यावर सूक्ष्म टिंबठशांची चित्रे छापता येतात. हा त्याचा विशेष गुण. चित्रयुक्त पुस्तके, कला कागदावर छापणे खर्चाचे असते म्हणून हा विशिष्ट जिल्हईचा कागद वापरतात.

(२) **अँटीक आणि फेदरवेट** (antique, feather-weight): अँटीक कागद बहुधा एस्पार्टो, गवत इत्यादी कच्च्या मालापासून बनवतात. हे तिसऱ्या प्रतीचे कागद. ते फोपसे असल्यामुळे पुस्तक जाड दिसते. या कागदास अल्पपांजणी (soft sizing) केलेली असते. त्यामुळे आर्द्रता आकर्षित करतो. त्याची घडीक्षमता कमी असते त्यामुळे पुस्तकांची पुनर्बांधणी करणे कष्टदायक होते. अँटीक कागद ओव्ह किंवा लेड खुणांचे असतात. अर्थात त्यांच्या फोपसेपणामुळे या खुणा दिसत नाहीत.

(३) **नकली कला कागद** (imitation art paper): नकली कला कागदात बलकाबरोबरच खनीज पदार्थांची भर घालून आणि कागद तयार झाल्यावर त्यांना विशिष्ट जिल्हई करून टिंबठसे छापण्यास योग्य असा कागद बनवण्यात येतो. खनिज पदार्थ शेकडा २५ ते ३० टक्के मिसळण्यात येतात. हे कागद टिकाऊ नसतात.

शेकडा १५ टक्क्यांहून जास्त खनिज पदार्थ असलेले कागद फार दिवस टिकत नाहीत. जास्त हाताळल्याने हा कागद खराब होतो. कागद जाळल्यावर खाली जी राख राहते तो खनिज पदार्थ. त्यावरून खनिजपदार्थांची टक्केवारी काढता येते.

(४) **लुकण लावलेले कागद** (coated paper) : यानाच कला कागद म्हणतात. कागद तयार झाल्यावर त्यास खनिज पदार्थांचे लुकण लावण्यात येते. या लुकण लावण्याच्या प्रकारावरून त्याचे यांत्रिक लुकणाचे (machine coated), कुंचला लुकणाचे (brush coated) आणि सुलोट लुकणाचे (cast coated) असे तीन प्रकार होतात. मूळ कागद सल्फाइट लाकडी रांध्याचा (sulphite wood pulp) अगर एस्पार्टोचा असतो. एस्पार्टोचे तंतू चिनी माती चांगली पकडतात आणि आर्द्रतेने लहान मोठे होत नाहीत. चिनीमाती आणि इतर वस्त्रगाळ खनिजांचा थर चढवल्यावर तो इस्त्रीच्या रुळातून दाबून काढतात. खनिजांबरोबर केसीन आणि गोंद किंवा खळही घालावी लागते. त्यामुळे लुकण कागदास चिकटून बसते. अन्यथा छपाईचा दाब पडल्यावर ठशाबरोबर ते सोलले जाते.

(५) **शिळा मुद्रणाचे कागद** (litho papers) : शिळामुद्रणात छपाई होताना सबंध कागदावर दाब पडतो. छापायचे नाही अशा भागांचा शिळेवरील, किंवा जस्त, ॲल्युमिनियम, तांबे यांच्या पत्र्यावरील पाण्याशी संबंध येतो. त्यामुळे कागद वाढणे, आकसणे असे दोष उद्‌भवतात. बहुरंगी छपाईत तर असे दोष आढळतातच. एस्पार्टोचे कागद फारसे वाढत, आकसत नसल्यामुळे उच्च प्रतीच्या शिळा मुद्रण छपाईत त्यांचा उपयोग करण्यात येतो.

(६) **बायबल कागद** : थोड्या जाडीत जास्त पाने मावावी म्हणून पातळ कागद वापरावा लागतो. हा अपारदर्शक असला पाहिजे. बायबल छापण्यासाठी अशा कागदाचा वापर करत म्हणून यास बायबल पेपर असे नाव पडले. तो प्रथम चीनमधून येत असे तरी त्यास इंडिया पेपर असे म्हणण्यात येई. इंग्लंडमध्ये ऑक्स्फर्ड येथील गिरणीत तो तयार होई म्हणून त्यास ऑक्स्फर्ड इंडिया पेपर असेही संबोधण्यात येते. या पातळ कागदात अपारदर्शकत्व यावे म्हणून बलकात टिटॅनियम ऑक्साइड हे खनिज घालण्यात येते.

(७) **वेष्टनाचे व गुंडाळण्याचे कागद** (cover & wrappings) : वेष्टनाचे आणि गुंडाळण्याचे कागद मजबूत, टणक पाहिजेत. पुस्तकांच्या वेष्टनात आणि वस्तूंच्या गुंडाळण्यात हे कागद फार हाताळले जातात. त्यातील तंतू सुटे असले तर कागद खराब होतो. असे कागद खनिज द्रव्यांपासून अलिप्त असावेत. हवा आणि प्रकाश यांच्या संपर्काने वेष्टनाच्या गुंडाळण्याच्या कागदाच्या (wrapping) पृष्ठभागावरचा रंग जातो, म्हणून रंग वापरताना तो पक्का आहे याची खात्री करून घेतली पाहिजे. रंग बहुधा करडा, तांबडा, हिरवा किंवा निळा असतो. गुंडाळण्याचा कागद दोरखंड, जुनी पोती, ज्यूट, हेम्प आणि रासायनिक रांधा यापासून करतात. महत्त्वाचा गुंडाळण्याचा

कागद म्हणजे 'क्राफ्ट'. या शब्दाचा अर्थ 'मजबूत' असा आहे. क्राफ्ट कागद अन्ब्लीच्ड रांध्यापासून करतात. त्यात सल्फाइट आणि सल्फेट रांधा मिसळण्यात येतो. लेदरेट (leatherette) कागद चांबड्यासारखे दिसतात. त्यांचा पुस्तकांच्या बांधणीत कापडाऐवजी वापर करतात.

गुंडाळण्याच्या कागदात मॅनिला कागद महत्त्वाचा आहे. हे कागद मॅनिला वनस्पतीपासून करतात. अलिकडे लाकडाच्या, बांबूच्या रासायनिक बलकापासूनही मॅनिला कागद तयार होतो. मॅनिला धूऊनही स्वच्छ पांढरा होत नाही. त्याचा मूळचा पिवळसर रंग तसाच राहतो. मॅनिला कागद रंगीतही असतात. हा जाड असला तर त्यास मॅनिला बोर्ड म्हणतात. टणकपणामुळे मॅनिला कागद सुलोट यंत्रावर उत्तरलेपावर (over lay) लावण्यात येतो.

गुंडाळण्याच्या कागदाचे चर्म-कागद (पार्चमेंट), नकली चर्म-कागद (इमिटेशन पार्चमेंट), वनस्पती चर्म-कागद (व्हेजिटेबल पार्चमेंट) असे प्रकार आहेत. ते बव्हशी खाद्य पदार्थ बांधण्यास वापरतात. पाण्याचा आणि आर्द्रतेचा परिणाम होऊ नये म्हणून टिशू कागदास मेण लावून मेणाचे कागद (wax papers) तयार करतात. बिस्किटे, साबण इत्यादींच्या गुंडाळण्यात त्यांचा फार उपयोग होतो.

(८) तक्ते-पुट्ठे (boards): तक्त्याचे स्ट्रॉ बोर्ड, पल्प बोर्ड, पेस्ट बोर्ड, डुप्लेक्स बोर्ड, कार्ड बोर्ड, बॉक्स बोर्ड, लेदर बोर्ड, क्लॉथ सेंटर बोर्ड, मिल बोर्ड, असे अनेक प्रकार आहेत. यापैकी स्ट्रॉ बोर्ड किंवा गवती तक्ते हे गवत, भूस आणि रद्दी कागद यापासून करतात. वस्तूंसाठी पेट्या बनवण्यास आणि पुस्तकांची कमी खर्चाची आवरणे (book case) इत्यादींसाठी त्यांचा उपयोग होतो. कार्डबोर्डचा उपयोग पोस्टकार्डसाठी होतो. या कार्डावर पत्र लिहावयाचे असल्यामुळे त्यांना पांजणी आवश्यक असते. पेस्टबोर्ड दोन, तीन किंवा चार कागद चिकटवून तयार केलेले असतात. यात तीन कागदातला (triplex) मधला कागद कमी प्रतीचा चालतो. बॉक्सबोर्ड लाकडाचा रांधा आणि रद्दी कागद यापासून करतात. त्यावर चित्रे, जाहिराती छापायच्या असल्यास वर कला कागद चिकटवतात. इंडेक्सबोर्डवर चित्रे काढायची वा लिहायचे असल्यामुळे पृष्ठभाग जलशोषण करणारा नसावा. आयवरी बोर्ड मेन्यूकार्डासाठी वापरतात. त्यांना विशेष जिल्हई केलेली असते. ग्रंथाच्या आवरणासाठी मिलबोर्ड वापरात आहेत. ते ताग, सिडाच्या कापडाच्या चिंध्या यापासून करतात. क्रोमोबोर्ड एका बाजूला गुळगुळीत केलेले असतात. ते पुस्तकांच्या वेष्टनासाठीही वापरतात. आकार : रॉयल २०"×२५", स्पेटा २८ १/२" × २२ १/२", इम्पीरियल २२" × ३२". ब्रिस्टलबोर्ड जादा दाब देऊन करतात. त्यांचा उपयोग फायली, पुस्तकाची आवरणे यासाठी होतो. त्याचे आकार रॉयल २०"×२५", इंडेक्स ३० १/२", × २५ १/२" असे असतात. गोंद लावल्याने ते वाकत नाहीत.

(९) वृत्त कागद (news print): आज फार मोठ्या प्रमाणात लागणारा कागद

म्हणजे वृत्तपत्र मुद्रण कागद. हा लाकडाच्या यांत्रिक रांध्याचा केलेला असतो. स्वस्त छपाईसाठी; नियतकालिके, साप्ताहिके आणि दैनिके यासाठी त्याचा उपयोग होतो. अशा कागदात फक्त २५ टक्के रासायनिक रांधा आणि ७५ टक्के यांत्रिक रांधा असतो. हस्तपत्रके, जाहिराती, पताका, पतंग यास वापरण्यात येणारे रंगीत कागदही याच प्रकारात मोडतात.

वृत्तपत्रासाठी वापरण्यात येणारा कागद स्वस्त आणि वजनाने कमी असावा लागतो. वृत्तपत्रे अक्षर मुद्रण (letterpress printing) पद्धतीने छापली जातात तेव्हा आणि प्रतिरूप (offset) मुद्रणातही शाई कागदात शोषून वाळते. भुशाच्या रांध्यात हा गणधर्म असतो. शिवाय भुशाचा रांधा स्वस्तही पडतो. अशा कागदावर रेखाचित्रे आणि विरळ टिंबांची चित्रे (इंचास ८५ ठिपक्यांपर्यंत) चांगली छापली जातात. याहून सूक्ष्म टिंबे असलेली चित्रे छापण्यासाठी कागद गुळगुळीत पाहिजे. लाकडाच्या रांध्यात थोडी चीनी माती घालून आणि त्याला जिल्हई करून 'ग्लेझ्ड न्यूसप्रिंट' बनवण्यात येतो. अशा प्रकारचा कागद आजही परदेशातूनच येतो. भारतात फक्त एकाच गिरणीत वृत्तकागद बनतो, तोही स्वच्छ पांढरा असत नाही. मध्य प्रदेशातील नेपानगर येथे ही गिरणी आहे. कच्चा माल म्हणून सलाई लाकडाचा उपयोग होतो. वृत्तपत्रे, विशेषत: दैनिक वृत्तपत्रे, छापणारी रोटरी यंत्रे फार वेगवान असतात. ताशी ३५००० प्रती छापल्या जातात. एका वेळी दोन प्रती छापण्याची सोय असलेल्या यंत्रात ७०,००० प्रती ताशी छापल्या जातात. अशा वेगाने कागद यंत्रातून सरकत असल्यामुळे तो फाटू नये म्हणून त्याच्या बनावटीत काळजी घ्यावी लागते.

(१०) **इतर कागद :** टीप कागद, टिशू कागद, गोंदी कागद (adhesive paper), क्रेप पेपर, वॉटरप्रुफ कागद असे अनेक प्रकार आहेत.

टीप कागद : हा कोणत्याही कच्च्या मालापासून तयार करता येतो. त्याला पांजणी केलेली नसते. खनिज द्रव्य घातलेले नसते. त्यामुळे तंतूंची टोके मोकळी असतात आणि पृष्ठभागावर असंख्य शोषण केंद्रे तयार होतात. चांगल्या प्रकारचा टीप कागद आणि गाळण्याचा कागद (filter paper) कापसाच्या तंतूंपासून बनतो. त्यासाठी जुन्या कापडाच्या चिंध्या आणि होजियरीतील खराबा यांचा उपयोग होतो. याचे तंतू घोट-ण्यात तोडून लहान करण्यात येतात. त्यामुळे शोषक टोके जास्त होतात. जाहिराती छापण्यासाठी कार्डबोर्ड लावलेले टीप कागद वापरात आहेत.

टिशू पेपर : अती पातळ कागदास टिशू म्हणतात. हा थोडा शोषक असतो. शाईने लिहिलेल्या मजकूराच्या दाबून प्रती काढण्यासाठी याचा पूर्वी उपयोग होई. अशा प्रकारच्या कागदास रंगीत, जांभळे अगर काळे रोगण लाऊन कार्बन पेपर बनतो. टंक-लेखन यंत्रावर चार सहा प्रती काढण्यासाठी हा कागद पांढऱ्या कागदामध्ये घालण्यात येतो. टिशू कागदाचा उपयोग खाद्य पदार्थ बांधण्यासाठीही करण्यात येतो.

गोंदी कागद (adhesive paper) **:** कागदाच्या एका बाजूस गोंद लावलेला

असतो. हा कागद टपाल तिकिटे आणि लेबले यासाठी वापरतात. कागद तयार झाल्यावर त्यास त्वरित वाळणारा गोंद लावण्यात येतो.

क्रेप पेपर : कागदी फुले आणि शोभेच्या वस्तू तयार करण्यासाठी मुद्दाम सुरकुतलेला कागद तयार करतात. त्यास क्रेप पेपर म्हणतात. मुळात हा कागद टिशू सारखाच असतो. तयार झाल्यावर त्यावर सुरुकुत्या पाडण्यात येतात.

वॉटर प्रूफ कागद : क्रापटसारख्या कागदाच्या एका बाजूस पाणी न शोषणारे लुकण लाऊन हे कागद करतात. चांगले वॉटरप्रूफ कागद दोन कागदांमध्ये डांबर, टार, बिटुमेन अशा द्रवांचा थर ठेऊन दाबून तयार करण्यात येतात.

११

कागदाचा उपयोग आणि संग्रह

कागदाचा शोध लागला तो लिहिण्यासाठी वापरायची, वजनाने हलकी अशी वस्तू म्हणून. मुद्रणकलेचा शोध लागण्यापूर्वी शेकडो वर्षे कागदाचा वापर फक्त लिहिण्यासाठीच होई. तेव्हा कागद हाताने तयार करीत हे आपण पाहिलेच. आजही हातकागद तयार होतो, परंतु त्याचा उपयोग विशेष कामासाठी होतो. सर्वसाधारण लेखन आणि मुद्रण यंत्रसिद्ध कागदावर होते. हा त्याचा प्रमुख उपयोग. शिवाय कागदाचा उपयोग गुंडाळण्यासाठी होतो. त्याचे पुठ्ठे बनतात. त्याचा उपयोग ग्रंथांच्या आवरणाशिवाय पेट्या तयार करण्यासाठी होतो. इतकेच नव्हे तर सिमेंट भरण्यासाठी कागदाच्या पिशव्या उपयोगात आहेत. रासायनिक वस्तू, रंगपूड किंवा इतर वस्तू साठवण्यास कागदापासून पिंपेही करण्यात येतात. कागद आगीपासून संरक्षित करण्याची कला साध्य झाल्यापासून त्याच्या उपयोगाचे क्षेत्र फारच वाढले आहे. कागदाचा उपयोग असा विविध असला तरी प्रस्तुत पुस्तक प्रामुख्याने मुद्रकांच्या दृष्टीतून मुद्रकांसाठी लिहिले असल्यामुळे हे विवेचन मर्यादित केले आहे.

लिहिण्याचा कागद

लिहिण्याच्या कामी कागदाचा उपयोग आज सुमारे दोन हजार वर्षे होत आहे हे आपण पहिल्या प्रकरणात पाहिले. प्रथम फक्त हातकागदच उपयोगात होता. आज पूर्वीप्रमाणे चिंध्यांचा हातकागद तर बनतोच पण इतर अनेक प्रकारचे कागद आता हाताने आणि यंत्राने बनवता येतात. भुशांच्या रांध्यापासून वृत्तकागद बनतो. रासायनिक रांध्यापासून लिहिण्याचे आणि छापण्याचे कागद बनतात, तक्ते बनतात. धान्याच्या भुशापासून गवती तक्ते बनतात. असे अनेक प्रकार आज उपयोगात आहेत.

लिहिण्यासाठी पाण्यातील शाई वापरतात. त्यासाठी वापरायचा कागद पाणी न शोषणारा असा असला पाहिजे. वृत्तपत्र छपाईसाठी वापरात असलेला कागद पाणी शोषून घेतो. त्यावर लेखणीने लिहिता येत नाही. शाई पसरते. आता बॉलपेने वापरात आहेत. त्यात तेलातील शाई असते. आणि त्याने शोषक कागदावरही लिहिता येते ही गोष्ट निराळी. लेखनासाठी चोपड्या, वह्या, टंकलेखनासाठी पांढरा (क्रीम लेड) कागद वापरात आहे. पत्रव्यवहारासाठी पांढरे ओव्हे, बँक किंवा बाँड कागद वापरतात. घरगुती पत्रव्यवहारास डेमी १/८ आणि कचेऱ्यांच्या पत्र व्यवहारास डेमी १/४ कागद वापरतात. या कागदाची जाडी साधारणत: ७० जी. एस्. एम्. असते. हिशेबाच्या वह्यांकरता लेजर कागद, आणि हुंड्या, चेकसाठी 'ओव्हे' कागद वापरतात. लेजर कागद फार हाताळला जात असल्यामुळे मजबूत आणि जाड पाहिजे. त्यासाठी ८५ ते ९० जी. एस्. एम. कागद वापरतात. चलनी नोटांसाठी वापरायचा कागद फार जाड असता नये. म्हणून कापसाच्या चिंध्यांपासून मजबूत पातळ कागद तयार करण्यात येतो.

छपाईचा कागद

छपाई आता तीन प्रकारात होते. अक्षर मुद्रण, प्रतिरूप मुद्रण आणि ताम्रपट मुद्रण. शिवाय मुद्रण पद्धतीप्रमाणे आणि वापरात येणाऱ्या शाईप्रमाणे आणखी भेद संभवतात. वृत्तपत्र छपाई अक्षर मुद्रण पद्धतीने केली जाते. भुशाच्या रांध्यापासून तयार केलेला शोषक कागद वापरण्यात येतो. तो स्वस्त असतो, शिवाय अतीवेगाने चालणाऱ्या यंत्रावर त्याची छपाई चांगली होते. ग्रंथ छपाईसाठी अँटीक, यंत्र जिल्हईचा, विशेष जिल्हईचा (S.C.) असे कागद वापरण्यात येतात. थोड्याच पानांची पुस्तके जाड वाटावी म्हणून अँटीक किंवा फोपसा कागद वापरण्यात येतो. छपाई चांगली होण्यासाठी यंत्र जिल्हईचा कागद चांगला. परंतु मजकुरात टिंब ठसे असले तर त्यासाठी विशेष जिल्हईचा कागद वापरला पाहिजे. सूक्ष्म टिंब ठसे छापण्यास कलाकागदच उपयोगी आहे. स्वच्छ पांढरा कला कागद प्रकाश परावर्तित करतो. ह्यामुळे डोळ्यांना त्रास होतो. म्हणून जरा पिवळसर कला कागद (mat finish)वापरावा. नकली कलाकागद वापरात आहे. ह्या कागदाच्या बलकात ३० टक्के खनीज घालतात. त्यामुळे त्याचा टिकाऊपणा कमी होतो. नियतकालिके, चित्रमय पुस्तके, कॅटलॉग्ज यासाठी यंत्र जिल्हईचा नकली कला कागद वापरण्यापेक्षा विशेष जिल्हईचा वृत्तकागद स्वस्त पडतो.

ग्रंथ मुद्रणासाठी कागदाची निवड प्रकाशक करतो आणि तोच त्याचा पुरवठा करतो. व्यापारी मुद्रणासाठी लागणारा कागद गिऱ्हाईकाच्या पसंतीने मुद्रक खरेदी करतो. कामाचा व्याप फार असला तर जरूर तो कागद गिरणीतून मागवणे सोईचे असते. लहान लहान कामे, पत्र शीर्षके, भेट कार्डे, पावती पुस्तके, फॉर्मस्, हस्तपत्रके, निमंत्रण

पत्रिका, हिशेब वह्या इत्यादी कामे छापण्यासाठी विविध प्रकारचे कागद लागतात. त्यांचा थोडा साठा ठेवणे आवश्यक ठरते. अशा कामाच्या गिऱ्हाईकास साठ्यातील कागदाचे नमुने दाखवून निवड करावी लागते. ही कामे फार लहान असल्यामुळे त्यासाठी बाजारातून कागद विकत घेण्यात वेळ दवडणे शक्य नसते. छापखान्यात ज्या प्रकारचे काम असते त्याला कोणता कागद लागतो हे अनुभवाने माहीत होते. त्याची यादी करून थोडा संग्रह करणे परिणामी उपयुक्त ठरते. कामाची गरज, त्याचप्रमाणे मुद्रण यंत्राचे आकार, यावर साठवायच्या कागदांचे आकार अवलंबून असतात. डेमी मुद्रणयंत्र असले तर डबल क्राउन किंवा डबल डेमी कागद साठवण्यात स्वारस्य नाही. वेष्टन कागद विशिष्ट आकारातच विकण्यात येतात. तीच गोष्ट गुंडाळण्याच्या कागदाची आणि तक्त्यांची. टंकलेखन कागद आणि डुप्लिकेटिंग कागद फूलस्कॅप फोलिओ आकारात असतात. आता त्या ऐवजी A4 आकाराचे कागद वापरतात.

व्यापारी कामाचा कागद

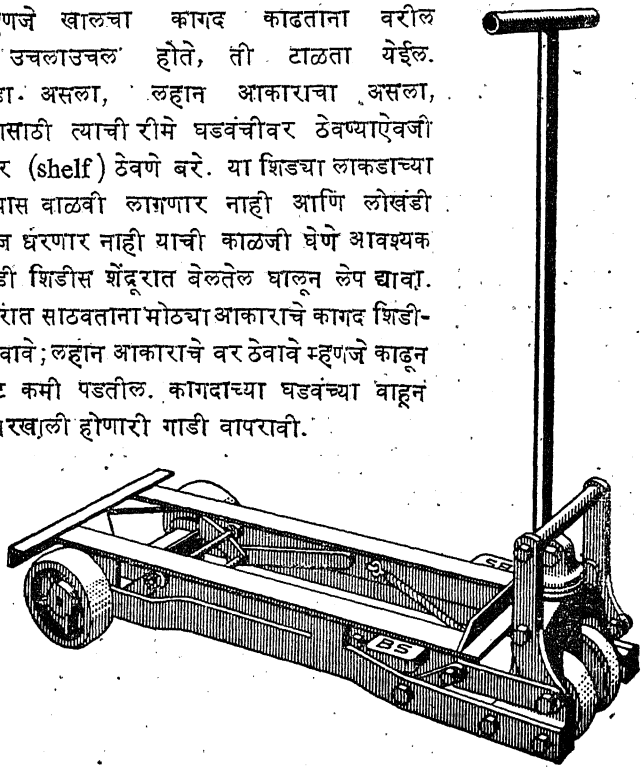
परचूटन काम करणाऱ्यांनी लिहिण्याचे कागद दोन-चार आकारात साठवावे. बँक, बॉण्ड, क्रीम ओव्ह, क्रीमलेड, अझूरलेड या प्रकारचे कागद किरकोळ कामास लागतात. ९० जी. एस्. एम्. चा कलाकागद डबल डेमी आकारातही मिळतो. त्याचा थोडा संग्रह असावा. हस्तप्रत्रके छापण्यासाठी लाकडी भुशाचा (mechanical wood) कागद स्वस्त आणि अनेक रंगात मिळतो. त्याचा संग्रह फायदेशीर ठरतो. ३ ते ८ शीटचा कार्डबोर्ड आणि १ ते २ पौंडांचे पुठ्ठे संग्रही ठेवणे उपयुक्त ठरते. पोस्टर कागद काही गिऱ्हाईकांना हवा असतो. तो थोड्या प्रमाणात सहज विकत मिळत नाही. संग्रही असला तर गिऱ्हाइक आकर्षित करता येते. वरील विवेचन लहान मुद्रणालयानाच लागू आहे.

कागदाचा साठा

कागदाच्या साठ्याची जागा मुद्रण खात्याच्या सांन्निध असावी. साठा आणि मुद्रणखाते यामध्ये भिंतीऐवजी तारांची जाळी असणे इष्ट ठरते. त्यामुळे मुद्रण खात्यातील आणि कोठारातील उष्णतामान आणि आर्द्रता समान राहते. कोठारात चांगला उजेड आणि हवा कोरडी राहील अशी व्यवस्था असावी. जेथे कागद मोठ्या प्रमाणात लागतो, तेथे तो इकडून तिकडे नेताना रीमे दुमडली जातात. कागदाचे वेष्टन चांगले नसले तर त्याच्या कडा खराब होतात. आणि स्वयंचलित यंत्रावर कागद चांगला लावला जात नाही. यासाठी तो कागद गाडीवरून वाहून नेणे इष्ट. या गाड्या कागदाची रीमे ठेवलेल्या घडवंचीखाली सारून मग उंचवता येतात. घडवंची उंचावली म्हणजे इष्ट स्थळी नेऊन गाडी काढून घेता येते.

या घडवंच्या म्हणजे अडथ मारलेले पाट असतात. हे पाट निदान सहा इंच

उंच असले पाहिजेत म्हणजे कागद खराब होणार नाही. पाटाची लांबीरुंदी त्यावर ठेवायच्या कागदाच्या आकारापेक्षा थोडी ज्ञास्त असावी. कागदाच्या रीमांची बंडले येतात. ती सोडवून सुटी रीमे या घडवंचीवर ठेवावी. आपल्याकडे या कागदाच्या बंडलात बांधलेल्या रीमांना दोऱ्यानी वेष्टिलेले असते. या दोऱ्यांमुळे रीमातील कागदास खाचा पडतात. म्हणून रीमे सोडवून घडवंचीवर ठेवणे जरूर असते. कागदाची रीमे जर साठवायची असतील तर त्यांची फाटलेली वेष्टणे काढून नवी मजबूत वेष्टने घालून घ्यावी. उघडा कागद फार दिवस साठवला तर तो खराब होतो. त्याचा रंग जातो. एका घडवंचीवर एकाच प्रकारचा कागद ठेवावा म्हणजे खालचा कागद काढताना वरील कागदाची उचलाउचल होते, ती टाळता येईल. कागद थोडा असला, लहान आकाराचा असला, तर साठवण्यासाठी त्याची रीमे घडवंचीवर ठेवण्याऐवजी उंच शिडीवर (shelf) ठेवणे बरे. या शिडचा लाकडाच्या असल्यास त्यास वाळवी लागणार नाही आणि लोखंडी असल्यास गंज धरणार नाही याची काळजी घेणे आवश्यक आहे. लोखंडी शिडीस शेंदूरात बेलतेल घालून लेप द्यावा. कागद कोठारात साठवताना मोठ्या आकाराचे कागद शिडी-वर खाली ठेवावे; लहान आकाराचे वर ठेवावे म्हणजे काढून घेताना कष्ट कमी पडतील. कागदाच्या घडवंच्या वाहून नेण्यासाठी वरखाली होणारी गाडी वापरावी.



आ. ६१ कागदाची घडवंची उचलून नेणारी गाडी

कागदाचे परिमाण आणि तद्विषयक नियम

कागदाच्या रीमात किती कागद असावेत या विषयी काही नियम आहेत. लिहि-ण्याच्या कागदाच्या रीमात ४८० कागद असतात. तर छापण्याच्या कागदाचे रीम

५०० कागदाचे असते. छापताना काही कागद खराब होतात. त्यासाठी वर्तांळा (spoilage) द्यावा लागतो. त्या साठी ५१६ कागदाचे रीम बांधण्यात येते. त्यास पूर्ण रीम (perfect ream) असे म्हणतात. आपल्याकडे अशी प्रथा नाही. इन्साइड रीम म्हणजे २४ कागदांच्या वीस दस्त्यांचे रीम. सर्व कागद चांगले असलेल्या रीमास चांगले रीम (good ream) म्हणतात. त्यास पूर्ण किंमत द्यावी लागते. ज्या रीमात काही कागद खराब निघतात, त्यास मध्यम रीम (retree) म्हणतात. त्याची किंमत १० टक्क्याने कमी असते. ज्या रीमात २० टक्के पर्यंत खराब कागद निघतात त्यास खराब रीम (broke) असे नाव आहे. त्याची किंमत २० टक्के कमी असते. मध्यम रीमावर दोन फुल्या (XX) आणि खराब रीमावर तीन फुल्या (XXX) असतात. खरबरीत (rough) कागदाच्या रीमांवर BB ही अक्षरे असतात.

प्रत्येक रीमावर कागदाचा प्रकार, नाव, आकार, वजन आणि कागदांची संख्या नोंदलेली असते. उदा० 'कागद पांढरा, छपाईचा, डबल फूल्स्कॅप, २४ पौंड, ५०० कागद.'

कागदाचे ब्रिटिश आकार आणि त्यांचे विभाग

कागदाच्या आकारांची माहिती मागील प्रकरणात दिली आहे. आकारांची नावेही सांगितली आहेत. आजवर उपयोगात असलेले आकार म्हणजे फूल्सकॅप (१३½" × १७½"), डेमी (१७½" × २२½"), क्राउन (१५" × २०"), रॉयल (२०" × २५") आणि सूपर रॉयल (२१" × २७"). सूपर रॉयलचे तीन-चार आकार आहेत. कागदाचा आकार लंबचौकोनी असतो. क्राऊन १५" × २०", त्याचा निम्मा (folio) १०" × १५". लांबीची निम्मी, निम्याची रुंदी बनते. मूळ कागदाची रुंदी निम्यात लांबी बनते. निम्याचा अर्धा म्हणजे मुळाचा चतुर्थांश : ७½" × १०". त्याचा निम्मा अष्टमांश (octavo) : ५" × ७½". बरीच पुस्तके या क्राउन अष्टपत्री आकारात असतात. भारदस्त पुस्तके डेमी अष्टपत्री आकारात (५⅝" × ८¾") असतात. अर्थात हे आकार न कापलेल्या घड्यांचे (formes) आहेत. छाट मारल्यावर ते थोडे कमी होतात.

पुस्तकास कागद किती लागेल ?

पुस्तकांचा आकार चौपत्री, अष्टपत्री, शोडशपत्री असा सांगण्यात येतो. जसे क्राउन चौपत्री (७½" × १०"), क्राउन अष्टपत्री (५" × ७½"), डेमी अष्टपत्री (५⅝" × ८¾"), रॉयल अष्टपत्री (६¼"–१०"). एका पानावर मागेपुढे दोन पृष्ठे असतात. एका रीमात कागद ५००. डबल क्राउन रीमात १६ पाने अष्टपत्री, म्हणजे ३२ पृष्ठे. सोळा पानांचे मुद्रण दोन्ही बाजूने केले म्हणजे सोळा पानाचे दोन सेक्शन

होतात. याचा अर्थ असा की एका डबल क्राउन रीमात क्राउन अष्टपत्री सोळा पृष्ठांच्या १००० प्रती निघतात. वर्तोळा वेगळा.

१. पुस्तकात कागद किती लागेल याचा हिशेब करण्याची पद्धत समजून घेण्यासाठी एक उदाहरण घेऊ.

'क्राउन अष्टपत्री, २५० पृष्टे, १००० प्रती पुस्तकास क्वॉड क्राउन (३०"× ४०") कागद किती लागेल ?'

पृष्ठांचा आकार ५"× ७½", क्वॉड क्राउन मध्ये ६४ पृष्ठे

पुस्तक २५० पृष्ठे, १००० प्रती, एकूण पृष्ठे २,५०,०००

$$\frac{२,५०,०००}{६४} = ३९०६\tfrac{१}{४} \text{ कागद}$$

$$\frac{३९०६\tfrac{१}{४}}{५००} = ७ \text{ रीमे } ४०७ \text{ कागद}$$

यात ३ ते ५ टक्के वर्तोळा मिळवला पाहिजे.

म्हणजे सुमारे २०० कागद जादा.

२. कागदाच्या एका आकाराच्या रीमाचे वजन माहित असले आणि त्याच जाडीच्या अन्य आकारात कागद घ्यायचा तर त्याच्या रीमाचे वजन कसे काढायचे ? यासाठी उदाहरण पाहू.

'कागद डबल फूल्स्कॅप, रीमाचे वजन २४ पौंड, तर याच जाडीच्या डबल रॉयल कागदाच्या रीमाचे वजन काय असेल ?'

पहिल्या कागदाचे क्षेत्रफळ काढून त्याला कागदाच्या वजनाने गुणायचे आणि दुसऱ्या कागदाच्या क्षेत्रफळाने भागायचे, म्हणजे दुसऱ्या कागदाच्या आकारातील रीमाचे वजन मिळते.

डबल फूलसकॅप २४ पौंडी कागदासारख्या डबल रॉयल आकारातील रीमाचे वजन काय असेल ?

$$\frac{\text{डबल रॉयलचे क्षेत्रफळ} \times \text{डबल फूलसकॅप रीमाचे वजन}}{\text{डबल फूलसकॅपचे क्षेत्रफळ}}$$

$$\frac{(२५'' \times ४०'') \times २४}{(१७'' \times २७'')} = \frac{२४०००}{४५९} = ५२\tfrac{१}{३} \text{ पौंड.}$$

अशा प्रकारे गणित करण्याची आता आवश्यकता उरली नाही. कारण अशी गणिते करून तयार केलेल्या जंत्र्या उपलब्ध आहेत.

अलिकडे कागदांची भारता (substance) सांगताना दर चौरस रीमाच वजन सांगण्याची जरूरी राहिली नाही. तरी कागद वजनावर विकला जात असल्या-

मुळे रीमांवर त्याचें किलोत वजन लिहिणे आवश्यक आहे.

३. पूर्वी एखाद्या रीमाचे वजन सांगायचे तर तें वजन पौंडात देताना त्या रीमात कागद किती, ४८०, किंवा ५०० हें सांगण्याची जरूरी होती. एका आकारातील कागद दुसऱ्या आकारात पाहिजे असेल तर रीमाचे वजन कसे काढावे याची माहिती वर दिली आहे. ही पद्धती किचकट आहे. आता कागदाचे क्षेत्रफळ लक्षात न घेता त्याची जाडी आणि क्षेत्रफळनिविष्ट वजन (substance) हे 'एका चौरस मिटरास ग्रॅम' या परिमाणात देण्याची पद्धत रूढ झाली आहे. दर चौरस मीटरास कागदाचे वजन ग्रॅममध्ये माहित झाले तर कोणत्याही आकारातील कागदाच्या रीमाचे वजन काढता येतें. त्याची पद्धत अशी :

व = पौंडात वजन प = रीमातील पानें. क्ष = इंचात क्षेत्रफळ. ग = चौरस मिटरला ग्रॅम. फ = फॅक्टर ७,०३,१२५.

या पद्धतीचा उपयोग समजण्यासाठी एक उदाहरण घेऊ :

$$\text{ग} = (\text{व} \times \text{फ}) \div (\text{क्ष} \times \text{प})$$

$$= (\text{२८} \times \text{७,०३,१२५}) \div \left[\left(\frac{\text{३५}}{\text{२}} \times \frac{\text{४५}}{\text{२}}\right) \times \frac{\text{५००}}{}\right]$$

$$= \text{१०० ग्रॅमस् (१ चौ. मिटरास)}$$

४. याच्या उलट चौरस प्रती मीटरास ग्रॅम माहित असल्यास कोणत्याही आकाराच्या कागदाच्या रीमाचे वजन काढण्याची पद्धती पाहू.

उदा. चौ. मीटरास १०० ग्रॅम कागदाच्या डेमी रीमाचे (५०० कागद) वजन किती असेल ?

$$\text{व} = (\text{क्ष} \times \text{प} \times \text{ग्रॅम्स्}) \div (\text{फ})$$

$$= \left[\left(\frac{\text{३५}}{\text{२}} \times \frac{\text{४५}}{\text{२}}\right) \times \text{५००} \times \text{१००}\right] \div (\text{७,०३,१२५})$$

$$= \text{२८ पौंड.}$$

५. वरील गणित करणे त्रासाचे होतें म्हणून ही गणिते करून एक जंत्री तयार करण्यात आली आहे. तें कोष्टक पुढे दिलें आहे. त्यात रीमातील पानाप्रमाणे संख्या दिल्या आहेत. ग्रॅम काढायचे असल्यास वजनास गुणावे; वजन काढायचे असल्यास ग्रॅमास गुणावे, आता वरील उदाहरण या कोष्टकावरून सोडवू.

कागदाचे आकार, कोष्टक 'अ'

आकाराचे नाव	आकार इंचात	क्षेत्रफळ चौ. इंच	पौंड वजनावरून चौ. मीटरास ग्रॅ. वजन काढणे, व ज. सं. गुणावे			चौ. मीटरास ग्रॅ. वजनावरून पौंड वजन काढणें ग्रॅ. संख्येने गुणावे			कागदाचा प्रकार
			४८० पानें	५०० पाने	५१६ पान	४८० पाने	५०० पाने	५१६ पाने	
१ फूल्स्कॅप	१३½ × १६¼	२११⅝	६.७०	६.४३	——	.१४९	.१५५	——	लिहिण्याचा
२ फूल्स्कॅप	१३½ × १७	२२९½	६.३९	६.१३	५.४९	.१५६	.१६३	.१६८	छापण्याचा
३ स्मॉल पोस्ट	१४½ × १८	२६८¼	५.४६	५.२४	——	.१८३	.१९१	——	लिहिण्याचा
४ क्राउन	१५ × २०	३००	४.८८	४.६९	४.५४	२.०५	२.१३	.२२०	छापण्याचा
५ स्मॉल डेमी	१५½ × २०	३१०	४.७३	४.५४	——	.२११	.२२०	——	लिहिण्याचा
६ स्मॉल पोस्ट	१६½ × २२	३४६½	४.२३	४.०६	३.९३	.२३७	.२४६	.२५४	छाप. व लिहि.
७ स्मॉल मीडियम	१७½ × २२½	३८५	३.८०	३.६५	——	.२६३	.२७४	——	लिहिण्याचा
७ डेमी	१७½ × २२½	३९३¾	३.७२	३.५७	३.४६	.२६९	.२८०	.२८९	छापण्याचा
९ मीडियम	१८ × २३	४१४	३.५४	३.४०	३.२९	.२८३	.२९४	.३०४	लिहि .व छाप.
१० स्मॉल रॉयल	१९ × २४	४५६	३.२१	३.०८	——	.३११	.३२५	——	लिहिण्याचा
११ रॉयल	२० × २५	५००	२.९३	२.८१	२.७२	.३४१	.३५४	.३६८	छापण्याचा
१२ सूपर रॉयल	१९ × २७	३१५	२.८६	२.७४	——	.३५०	.३६५	——	लिहिण्याचा
१३ लार्ज रॉयल	२० × २७	५४०	२.७१	२.६०	२.५२	३.६०	.३८५	.३९७	छापण्याचा
१४ इम्पीरियल	३० × २२	६६०	२.२२	२.१३	२.०७	.४५०	.४६९	.४८६	लि. छा. वगैरे

डेमी रीमाच्या समोर व ५०० पानाखाली ३.५७ ही संख्या येते. या संख्येने २८ पौंडास गुणावे (३.५७×२८=९९,९६). उत्तर १००. चौरस मिटरास ग्रॅम वजन काढताना तीन स्तंभांचा उपयोग करावा. (७, ८, ९ स्तंभ) डेमी आकाराच्या (८वी ओळ) ५०० पानासमोर २८० संख्या येते. तिला १०० ग्रॅमने गुणल्यावर २८ संख्या येते ते वजन.

६. कागदाच्या ४८० पानी रीमाचे वजन माहीत आहे. ५०० कागदांच्या रीमाचे वजन काढायचे तर वजनास ५०० ने गुणून ४८० ने भागायचे. यातील भागाकार वाचवायचा तर खालील कोष्टकाचा उपयोग करावा.

कोष्टक 'आ'

—	४८०	५००	५०४	५१६	१०००
४८०	—	१.०४२	१.०५	१.०७५	२.०८३
५००	.९६	—	१.००८	१.०३२	२.०००
५०४	.९५	.९९२	—	१.०२२	१.९८४
५१६	.९३	.९६९	.९७७	—	१.९३८
१०००	.४८	.५	.५०४	.५१६	—

४८० कागदाच्या रीमाच्या वजनावरून ५०० कागदांच्या रीमाचे वजन काढण्यास १.०४२ या संख्येने गुणावे. ५०० कागदाच्या रीमाच्या वजनावरून ४८० कागदाच्या रीमाचे वजन काढण्यास .९६ या संख्येने गुणावे.

कागदाचा हिशेब

छपाईमध्ये कागदाची किंमत हा महत्त्वाचा भाग असतो. कागदाच्या वाढत्या किंमतीमुळे ग्रंथ प्रकाशनात सुमारे ४० टक्के कागदाचा खर्च असतो. जरूरीपेक्षा जास्त कागद वापरात येणार नाही याची काळजी घेणे त्यामुळे आवश्यक ठरते. जे कर्मचारी छपाई करतात त्यांच्या ताब्यात कागद ठेवता कामा नये. कागद छपाईत खराब झाला तर कोठारातून कागद आणण्याचे स्वातंत्र्य त्यांना असता नये. कागदाच्या कोठाराची

किल्ली मालक किंवा व्यवस्थापक यांच्याच कडे असली पाहिजे. छापण्यासाठी जेवढा कागद पाहिजे आणि वर्तीळा सुमारे ३ ते ५ टक्के इतका, छापगारास द्यायचा. त्याहून जास्त कागद त्याने मागितला तर तो कशासाठी याचा खुलासा आधी करून घेतला पाहिजे.

कोठारातून कागद देताना वहीत त्याची नोंद करावी. छापकाम सुरू झाल्यावरच कागद द्यावा. तत्पूर्वी कागद यंत्रखात्यात नेऊन ठेवला तर खराब होतो. कागदाचा हिशेब ठेवण्याची वही पुढीलप्रमाणे असावी. त्यात प्रत्येक कागद-प्रकाराला स्वतंत्र पान असावे. उदा.

'खाते क्रमांक १०. कागद पांढरा, सूपर कॅलेंडर, डबल क्राउन (२०"×३०"), २० पौंडी.'

जमा				खर्च				
दिनांक	कोणाकडून	किती		दिनांक	कोणासाठी	किती	
		रीमे	पाने			रीमे	पाने
१–९–७७	चिमणलाल पेपर कंपनी	२०	००	१–१–७८	काम क्रमांक १५१ साठी	१०	२५०

१२

किरकोळ अडचणी आणि उपाययोजना

कागदाच्या उपयोगातील सर्वात मोठी अडचण, कागद आर्द्रता शोषून घेतो. त्यामुळे वाढतो. हवेतील आर्द्रता कमी झाली म्हणजे आक्रसतो. दुरंगी, तिरंगी छपाई करायची असली तर दोन रंगातील छपाईमध्ये कागद वाढला किंवा आक्रसला तर पुढील रंग-बरोबर जमत नाही (registration). असे झाले तर ओठ एकीकडे तर लाली दुसरीकडे, डोळे एकीकडे तर बुबुळे दुसरीकडे, नखे बोटावर तर त्यावर लावलेली मेंदी पेरावर असा अनर्थ ओढवतो.

आर्द्रतेचे कागदावरील परिणाम

कागद तयार होऊन यंत्रातून बाहेर पडताना तडतडीत सुका असतो. इतका की घर्षणाने ठिणग्या पडतात. मागाहून तो हवेतील पाणी शोषून घेतो. हे आर्द्रतेचे प्रमाण शेकडा सात टक्के असले तर बेताचे समजतात. परंतु ज्या हवेत आर्द्रतचा चढउतार असतो तिथे आर्द्रतेची टक्केवारी जास्तकमी होते आणि कागद वाढतो किंवा आक्रसतो. कागदाच्या बनावटीत ततू-तंतूमध्ये मोकळी जागा असते. त्याला हवा-पोकळी (air space) म्हणतात. ही जागा आर्द्र हवेने भरून निघते. कागद दोन्ही बाजूंनी सारखा वाढत वा आक्रसत नाही. कागद तयार होत असताना तंतू लांबीशी समांतर होतात. आर्द्रतेमुळे ते लांब होतात. रुंदही होतात. पण लांबी पेक्षा रुंदीत जास्त वाढतात. लांबी शेकडा १ ते २ टक्के, तर रुंदी ४ ते ५ टक्के वाढते. रुंदीस क्रॉस डिरेक्शन म्हणतात. कागद तयार होताना त्याची लांबी लगद्याच्या पुरवठ्यापासून गुंडाळ्यापर्यंत असते. रुंदी मात्र नियमीत असते. तीच क्रॉस डिरेक्शन. जाळी पुढे धावत असते, त्यामुळे तंतू लांबीशी समांतर होतात. यास थोडा तरी आळा बसावा म्हणून जाळी डाव्याउजव्या बाजूस

हालती ठेवायची व्यवस्था केलेली असते.

कागद आर्द्र हवेत वाढतो. कोठारातील आणि यंत्रविभागातील आर्द्रता सारखी ठेवण्याचा प्रयत्न केला पाहिजे. यंत्रविभागाजवळच कोठार असले तर बरे. कागद रापवल्याने (seasoning) तो आक्रसण्याची वा वाढण्याची क्रिया रोखता येते. यासाठी छपाईपूर्वी दोन आठवडे यंत्र विभागाजवळच्या कोठारात ठेवावा. कागदाचे तुकडे (sheets) हवेत टांगून किंवा गरम हवा सोडलेल्या यंत्रातून फिरवून रापवता येतात. कागद रापवण्याचे आता यंत्र निघाले आहे. (आकृती ४० पान ६० पहा) त्यात कागद टांगून पुढे नेण्यात येतो. दरम्यान उष्ण हवेचा फवारा सोडला जातो. त्याने कागदातील आर्द्रता नियमित होते.

कागदातील दोष

मागे सांगितल्याप्रमाणे कागदाचे तंतू आर्द्रता शोषक असतात. आर्द्रता शोषल्यावर ते फुगतात. ते रुंदीच्या बाजूने जास्त वाढतात. कागद गुंडाळचात तयार होतो. गुंडाळचातून त्याचे पाहिजे त्या आकारात तुकडे करण्यात येतात. त्यामुळे मूळची रुंदी तुकड्यांची लांबीही बनते. एका रीमात मूळ रुंदीचे वा लांबीचेच तुकडे बांधले पाहिजेत. ७० इंच रुंदीचे गुंडाळे घेऊन रॉयल आकाराचे तुकडे केले, तर २५ इंचाचे दोन तुकडे लांबी २५ इंच, आणि एक तुकडा २० इंच रुंदीचा असे तीन कागद निघतात. ही तीन रीमे वेगवेगळी ठेवून त्यांच्या वेष्टनावर लांबीरुंदी दाखवली पाहिजे म्हणजे कागद निर्मितीतील रुंदी कोणची हे स्पष्ट होईल. मूळ रुंदी कोणची ते कळल्याने कागद कोणत्या बाजूने वाढेल ते मुद्रकाला स्पष्ट होईल. ही माहिती रीमावर नोंदली नसली तर तिचा शोध घेतला पाहिजे. तो कसा हे पुढील प्रकरणात दाखवले आहे.

सुरकटणे (cockling) : कागदाच्या कोठारात हवेच्या आर्द्रतेचा फरक होतो. कागदात आर्द्रता शोषली जाते. रीमावर रीमे ठेवलेली असल्यामुळे आर्द्रता आत पोहचत नाही बाजूच्या कडापर्यंतच पोचते. यामुळे कडांवर ज्या सुरकुत्या पडतात त्यांना सुरकटणे म्हणतात. हे टाळण्यासाठी कागद सुटा करून रापवणे अवश्य असते.

चुनी पडणे (creasing) : मुद्रणयंत्रावर छापायच्या कागदामागे गादी (packing) असते. ती कमीजास्त उंचसखल असली तर छापताना कागदाला सारखी ओढ लागत नाही. त्यामुळे चुनी पडते: विशेषत: फर्म्यात मोठ्या रूळा किंवा बॉर्डरी-मेहरपी असल्या म्हणजे चुनी पडते. कागदांच्या कडांना सुरकुत्या पडतात, असे वर सांगितले आहे. ती बाजू जर यंत्राचे ग्रिपर पकडत असतील तर ही चुनी पडेल.

गुंडाळणे (curling) : कागदाची रीमे सोडवून घेतल्यावर त्यांच्या कडांची गुंडाळी होते. कागद तयार होताना त्यातील तंतू विशिष्ट बाजूंनीच पसरतात. याचे विवेचन वर केलेच आहे. समांतर तंतू आणि इतर तंतू यांच्या वाढण्या वा आक्रसण्यात बाबत फरक असतो. त्याचप्रमाणे खाली राहिलेले तंतू आणि वरचे तंतू यांच्या सुकण्याच्या क्रियेत फरक असतो. खालचे तंतू लवकर सुकतात. त्यामुळे एक बाजू दुसऱ्या बाजू पेक्षा थोडी आक्रसते आणि त्या बाजूस कागद वळतो. पुढे मशीन डिरेक्शन (रीळाची लांबी) काढण्याची पद्धत सांगितली आहे, त्याप्रमाणे होते. रीमातील कागद ज्या बाजूने वळतात ती बाजू वर करावी आणि दुसरे रीम त्यावर उलटे ठेवावे. त्याच्या वजनाने कागद सपाट राहाण्यास मदत होते. चिकणे कागद त्यांना गुळगुळीतपणा (calendering) आणण्याच्या क्रियेत दाबले जाऊन तंतू पक्के बसतात. अशा कागदात गुंडाळण्याचा दोष आढळत नाही. यांत्रिक जिल्हई (machine finish) केलेल्या कागदात गुंडाळण्याचा दोष राहतो.

पापुद्रे निघणे (picking), **सोलणे** (plucking), **पृष्ठभाग निघून येणे** (lifting of the surface) : लुकण लावलेले कला-कागद (art papers), कागदावर चिकणमातीचा थर देऊन तयार केलेले असतात. हा थर जेव्हा निघून येतो तेव्हा त्यास 'पिकिंग' म्हणतात. दमट हवेत खळ किंवा गोंद पातळ होते. आणि त्यामुळे आवरण सुटते. त्यासाठी असा कागद गरम-ऊबदार हवेत सुकवावा लागतो. आपल्याकडे उष्णतामान नेहमीच जास्त असते. असा कागद निदान दोन महिने तरी साठवून ठेवावा. शाई जर जास्त चिकट असली तर छापताना लुकण निघून जाते. शिवाय मूळ कागद जर कमी खळ असलेला (soft sized) असला तरही लुकण निघते. कागद खरीदताना त्याचे लुकण सहसा निघून जाणार नाही याची खात्री करून घेतली पाहिजे.

भूस (fluff) : कागदावर, तयार होताना तंतूंची जी पूड राहते ते भूस. हे भूस कागद हाताळताना त्याचप्रमाणे छापताना बाहेर निघते. शाईत मिसळते. आणि छपाई वाईट होते. विशेषत: स्वस्त आणि यांत्रिक जिल्हई दिलेल्या कागदात भूस जास्त निघते. या भूसामुळे टाइप भरून जातात. प्रतिरूप मुद्रणात भूस पट्यावर जाऊन प्रतिमा बिघडवून टाकते. कागद गुळगुळीत व्हावा, त्याचा पृष्ठभाग मुद्रण-योग्य व्हावा म्हणून कागदाच्या तंतूत खनीज पदार्थांची भर घालतात (loading). ही भर धारण करण्याची कागदाची शक्ती नियमीत आहे. भर जास्त झाली तर त्याची पूड पडते. नकली कला कागदात (imitation art paper) ३० टक्के भर घालण्यात येते. त्याहून जास्त भर झाल्यास त्याची पूड निघून येते आणि छपाई खराब होते.

खराबी (deterioration) : कागद कालांतराने खराब होणे. कागद चांगल्या प्रकारे साठवला, चांगल्या रीतीने वापरला आणि वापरण्यापूर्वी व्यवस्थितपणे त्याची निगा राखली तर तो खराब होण्याची शक्यता कमी आहे. स्वस्त कागद उन्हात राहिला तर खराब होतो. वृत्त कागदात शेकडा ७० टक्के यांत्रिक रांधा असतो. असे कागद उन्हात खराब होतात. कागदास प्रमाणाबाहेर अम्ल वा अल्क यांचा स्पर्श झाला तर तो खराब होतो. गंधकाच्या वाफेत कागद खराब होतो.

कागदाचा रंग उन्हाने बदलतो. याचे कारण कागदाच्या कृतीत वापरलेल्या द्रव्यांवर अवलंबून आहे. कागद चिकटवताना वापरलेल्या गोंदातील रासायनिक द्रव्यामुळेही कागदाची खराबी होते. टब् साइज कागदात जे आवरण देतात. त्यात प्राणिज गोंदाची खळ असते. चांबड्याची चरबी असते. त्याला ऊग्र वास असतो. अशाप्रकारे जिल्हई दिलेल्या कागदावर रेघा काढताना शाई ठरत नाही. त्यावेळी शाईत थोडे गम-अरेबिक (gum arabic) घालावे. कागदाला जर फक्त यांत्रिक जिल्हई केलेली असली तर छापण्याच्या शाईत थोडा धुण्याचा सोडा घालावा. लुकण लावलेले कागद, अँटीक कागद, टीप कागद, यावर रेघा आखताना पेनऐवजी डिस्क रेघा यंत्रांचा वापर करावा.

कागदावर मुद्रण करताना ज्या अडचणी येतात त्या निवारायच्या तर कागदावर शाई कशी सुकते त्याचा विचार करणे अवश्य आहे. कागदावर छपाई केल्यावर शाई वाळण्याचे तीन प्रकार आहेत. पहिल्या प्रकारात शाईतील द्रव पदार्थ कागदात आटतो, आणि शाईतील रंगद्रव्य पृष्ठभागावर राहते. (absorbtion). फोफशा कागद (antique), वृत्तपत्र कागद, इत्यादीत शाई वाळण्याचा हा प्रकार दिसून येतो. यांत्रिक जिल्हई केलेल्या कागदात राळ असते. राळेमुळे शाईतील पाणी शोषले जात नाही. परंतु छापण्याच्या शाईतील तेल मात्र शोषले जाते. चिकण्या कागदावरील मुद्रणात तेही शोषले जात नाही. त्यासाठी त्यावरील छपाईत आटून सुकणारी शाई वापरता येत नाही. ती रासायनिक प्रक्रियेने (oxidation) सुकली पाहिजे. तिसरा प्रकार म्हणजे माध्यम (medium), उदा. शाईतील तेल, उडून जाण्याचा (evaporation). फोटो ग्रेव्हचुअर छपाईत अशी शाई वापरतात.

कागदाची परीक्षा

कागदाची परीक्षा कशी करावी हे पुढील प्रकरणात सांगितले आहे. कागद विकत घेताना त्याची तपासणी कशी करावी, कोणत्या गोष्टीकडे लक्ष द्यावे याचे ध्यान ठेवले पाहिजे. सर्व साधारणपणे (१) रंग (२) पृष्ठभाग (३) आतील पदार्थांचे वजन (४) कागदाचे पोत (५) कागदाचे अपारदर्शकत्व (६) त्याचा फोफसेपणा (७) तो हाताळण्यास कसा आहे (८) मजबुती (९) कृतीशुद्धता, आणि

(१०) त्याची शाई धारण करण्याची शक्ती—यांचा विचार करावा लागतो.

कागदाची निवड

कागदाच्या निवडीत वरील गोष्टींचा विचार केला पाहिजे हे जरी खरे असले तरी सामान्य ग्राहक वा मुद्रक फक्त कागदाचा रंग आणि वजन यावरच कागद खरेदी करतो. कोणत्या कामासाठी आणि कोणत्या मुद्रण प्रक्रियेत कोणता कागद उपयुक्त आणि किफायतशीर ठरेल याचे ध्यान ठेवणे आवश्यक आहे. छपाईमध्ये कागद फार महत्वाचा. त्याची निवड योग्य प्रकारे झाली नाही तर अनंत अडचणी उद्‌भवतात. म्हणून मुद्रकास कागदाचे ज्ञान असणे अत्यंत आवश्यक आहे.

१३

कागदाची साधारण परीक्षा

मागील प्रकरणाच्या शेवटी कागद निवडीतील दहा मुद्दे सांगितले आहेत. त्यांचे थोडक्यात विवेचन खाली केले आहे. शिवाय कागदाच्या उपयोगात ज्या अडचणी येतात त्या टळाव्यात म्हणून त्यांचे थोडक्यात विवेचन करू.

कागद परीक्षेतील दहा मुद्दे

१. रंग : कागद पाहिजे त्या रंगछटेचा आहे किंवा नाही हे ठरवण्यासाठी तो उजेडात धरावा. हा उजेड तपासणाराच्या मागून यावा. एकच सुटा कागद धरावा. म्हणजे रंगछटा गडद दिसणार नाही. कागदाच्या रंगात दुधी (क्रीम) किंवा फिकट निळा (अझूर) या छटा अशा आहेत की विविध गिरण्यांमध्ये बनवलेल्या कागदात त्यांत सारखेपणा असत नाही. एका गटातील कागदात एका रंगाची छटा सर्वत्र सारखी असावी. एका रीमातील कागद एकाच छटेचे असावेत. बलकाचा थर असमान असला तर रंग छटेत फरक पडतो. तसे असू नये.

२. पृष्ठभाग (surface) : म्हणजेच कागदाची जिल्हई. कागद ज्या कामासाठी वापरायचा, ज्या मुद्रण प्रकारात छापायचा, त्यास अनुरूप अशी जिल्हई असली पाहिजे. लिहिण्याचा उंची कागद गरम रूळात दाबून (hot pressed) तयार करतात. छापण्याचे कागद निर्मिती यंत्राच्या रूळात दाबून जिल्हई केलेले असतात (machine finished). कागदावर हलकेच बोट फिरवल्याने पृष्ठ-भागाची प्रत समजते. टंक लेखनासाठी वापरायचे कागद कमी जिल्हई केलेले असावेत. ड्रॉइंग कागद पाण्याच्या रंगासाठी वापरण्यात येतात त्याना चांगली जिल्हई (नॉट फिनिश) असावी. कागदाची पातळी समांतर पाहिली तर त्यातील तंतू वर

आले आहेत किंवा नाहीत ते समजते. या परीक्षेत कागदावरून प्रकाशाचे परावर्तन कितपत होते तेही समजते. कागदाचा गुळगुळीतपणा घर्षणाने समजतो. कागद काचेवर ठेवून काच तिरकी करावी. कागद घसरू लागला की काचेचा कोन पहावा. त्या कोनाची तुलना नमुना कागदाशी करावी.

३. **भारता** (substance) : कागदाची जाडी आणि वजन या संदर्भात त्याची भारता ठरते. जाडी तपासण्यास 'कॅलिपर' वापरावा. विशिष्ठ आकाराच्या कागदाचे वजन म्हणजे भारता. एकाच भारतेच्या कागदाची जाडी वेगवेगळी असू शकते. फोफसा कागद जाड असेल तर चिकणा कागद पातळ असेल. पुठ्ठ्यांची (board) जाडी किंवा वजन सांगताना एक पान, दोन पाने अशा प्रकारे सांगण्याची प्रथा आहे. एक पानी कागद साधारणपणे .०००३ ते .०००५ इंच जाड असतो. असे पुठ्ठे १२ पानी जाडी पर्यंत उपलब्ध होतात.

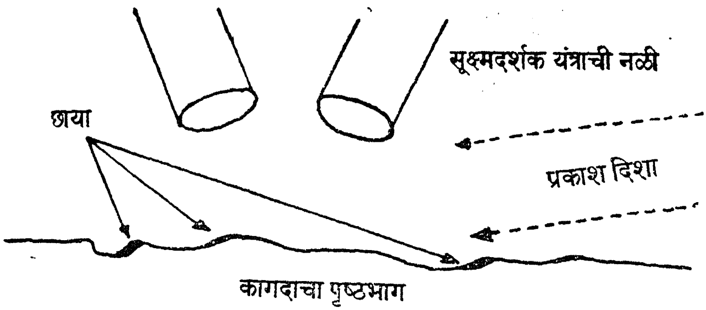
४. **वीण-पोत** (texture) : कागद उजेडात धरल्याने त्याची वीण लक्षात येते. ही सर्वत्र सारखी असावी. जलचिन्ह असेल तर ते स्पष्ट असावे. जाळीच्या खुणा (wire marks) सर्वत्र सारख्या असाव्यात. कागदावर टिपके (specks) असू नयेत. गाठीही असू नयेत.

५. **अपारदर्शकत्व** (opacity) : तंतूंची जात, भर आणि खळ (sizing) यावर अपारदर्शकत्व अवलंबून असते. मूलतः कागदाचे सुटे तंतू पारदर्शक असतात. कागदाच्या बनावटीत भर घालून त्यांना अपारदर्शकत्व देता येते. छापण्याचे, लिहिण्याचे कागद अपारदर्शक असणे आवश्यक आहे. परंतू ट्रेसींग (tracing) कागद पारदर्शक असणे आवश्यक असते. कागदाचे अपारदर्शकत्व पाहाण्यासाठी खालील परीक्षा करावी.

एका काचेच्या तुकड्याला काळा अपारदर्शक कागद चिकटवावा. ही काच विशिष्ट कँडल पॉवरच्या दिव्या समोर एका हातावर धरावी. या काचेमागे आणि दिव्यापुढे तपासायचा कागद धरावा. हे कागद दिवा दिसेनासा होईपर्यंत वाढवत जावेत. शेवटी शेवटी किती कागद लागतात ते पाहावे. समजा ४ लागले आणि त्यांची जाडी प्रत्येकी १ मी. मी., असली तर जाडी ४ मी. मी. झाली. दुसरा कागद घ्यावा. तो पातळ असला तर जास्त कागद लागतील. पहिला कागद १ मी. मी. चार कागद लागले म्हणून त्याचे अपार दर्शकत्व चारास एक असे सांगता येते.

सल्फाइडचा कागद पारदर्शक असतो. त्यात भुशाचा रांधा, चिनीमाती अगर तत्सम पदार्थ घालून अपारदर्शकत्व आणता येते. जास्त पारदर्शक कागद बहुदा मजबूत नसतो.

६. **फोफसेपणा** (bulk) : फोफसेपणा म्हणजे वजनाच्या मानाने जास्त जाडी किंवा जाडीच्या मानान कमी वजन. कागदातील तंतूमध्ये पोकळी असते. तीत हवा असते. तिला वजन नसते. परंतु कागदाच्या आकारात या जागेचा अंतर्भाव होतो.



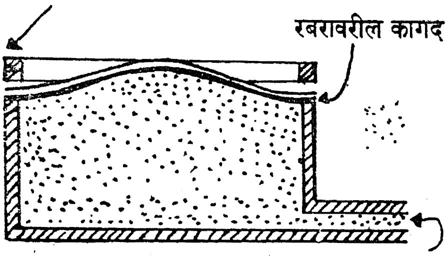
आ. ६२ कागदावरील प्रकाशाचे परावर्तन : कागदाचा गुळगुळीतपणा तपासण्यासाठी 'पॅट्रा'ने उपकरण बनवले आहे. कागदावर तिरका प्रकाश टाकला म्हणजे पृष्ठभागाचा खडबडीतपणा स्पष्ट होतो. दोन नळयांच्या सूक्ष्मदर्शक यंत्रातून (stereo microscope) तो पाहावा. पृष्ठभागावरील अतीसूक्ष्म उंचसखलपणा जास्त स्पष्ट दिसण्यासाठी विशिष्ट निळी शाई वापरली जाते.

टीप कागदात अशी पोकळी फार असते. कागदाचा फोफसेपणा काढण्याची रीत अशी : एक लहान कागद घेऊन त्याचे वजन करावे. त्याच्या जाडीला आकाराने गुणून घनफळ काढावे. नंतर एका प्लॅटिनमच्या तुकड्यावर त्या कागदाची राख करावी. राखेचे वजन मूळ कागदाच्या वजनातून वजा केल्यावर निव्वळ तंतूंचे वजन समजेल. राखेचे वजन हे कागदात मिसळलेल्या खनिज पदार्थांचे वजन असते. तंतूंचे विशिष्ट गुरूत्व (specific gravity) १.५ असते. त्याने तंतूंच्या वजनास भागले म्हणजे तंतूंचे घनफळ समजते. याला मूळ कागदाच्या वजनाने भागले म्हणजे फोफसेपणा समजतो.

७. **हाताळणे** (handling) : कागद हाताळून पाहिला म्हणजे तडतड (rattle) समजते. कागदात रंगद्रव्याचे ठिपके, गुंड्या, रबराचे तुकडे, रेझिनचे खडे असू नयेत.

८. **मजबूती** (strength) : कागद फाडताना जो अटकाव होतो त्याला मजबूती म्हणतात. भुशाच्या रांध्याचे कागद कमी मजबुत असतात. सल्फाइड वुड-पल्प अन्ब्लीच्ड असेल तर कागद मजबूत असतो. त्याला चांगली खळ असावी. हाताने बनवलेला कागद जास्त मजबूत असतो. कागदाची मजबूती तपासण्याची अनेक उपकरणे मिळतात. त्यापैकी शॉपर (schopper) नावाचे उपकरण लोकप्रिय आहे. यात कागदाच्या आकाराच्या चकत्या ठेवतात. त्यास खालून फाटेपर्यंत दाब दिला जातो. कागदाची मजबूती पट्टीवर काट्याने दाखवली जाते. ग्रंथ बांधणीत कागद घडी करून पोटात शिवतात. पाने नित्य उलटल्यामुळे तो घडीत फाटतो. यासाठी

घडीक्षमता (folding strength) काढली पाहिजे. ह्याची सोपी पद्धत म्हणजे कागद फाटेपर्यंत घडी घालून उलगडत जावे. किती घड्या घातल्यावर तो फाटतो त्यावरून घडीक्षमता समजते.



आ. ६३ कागद फाटण्याचा दाब मोजणे : कागदाची मजबुती काढण्यासाठी म्युलेन परीक्षा यंत्र (mullen tester) वापरतात. यात कागद फाटण्यास लागणारा दाब एका चौरस इंचास पौंड या परिमाणात काढण्यात येतो. दाबाखालील तेल रबराखालून कागदाला दाब देते. कागद फाटण्यास लागणारा दाब यंत्राच्या तबकडीवर काट्याने नोंदला जातो.

९. **कृतीशुद्धता** : कागदाच्या बनावटीत कोणता बलक वापरला आहे, त्यात कोणती खनिजे घातली आहेत, ते कागद पाहून ओळखता येते. विशिष्ठ प्रकारचा कागद योग्य कारणांसाठी वापरावा म्हणून या परीक्षेची आवश्यकता असते. विविध प्रकारचे कागद हाताळून त्यांचे परीक्षण केल्याने त्यांच्या बनावटीचे ज्ञान होते. त्याची सवय लाऊन घेतली पाहिजे.

१०. **शाई धारण करण्याची शक्ती** : कागदावर छपाई केल्यानंतर शाई सुकते. ती तीन प्रकारांनी. कागदात शोषून, शाई वाळते हा पहिला प्रकार. शाई मध्ये असलेले तेल, द्रव (vehicle) छापल्याबरोबर कागदात शोषला जातो. वृत्त कागदावर छापण्याची शाई या प्रकारात येते. शाईतील रंगद्रव्य (pigment) कागदावर राहते. दुसरा प्रकार म्हणजे शाईतील द्रव उडून जातो. फोटोग्रेव्ह्यूअर किंवा ताम्रपट-मुद्रणात वापरण्यात येणारी शाई या प्रकारची असते. त्यातील द्रव (झायलॉल) हवेत विरतो आणि रंगद्रव्य कागदावर राहाते. तिसऱ्या प्रकारच्या शाईत जे तेल असते. त्याचे ऑक्सिडेशन होते. आणि शाई घट्ट होते. शाईतील पाणी कागदात मुरू नये म्हणून अशा कागदास पांजणी केलेली असते. खळ लावलेली असते. अशा कागदावरील छपाईस शोषून घेतली जाणारी शाई उपयोगाची नसते. कागदाला खळ किती आहे ते

पाहाण्याची सोपी परिक्षा म्हणजे कागदास जीभ लाऊन ओला करावा. उजेडात धरावा. ओला भाग पारदर्शक होतो. याचा अर्थ कागदात खळ कमी आहे.

आयर्न परक्लोराइडच्या मिश्रणाने पेन भरून कागदावर ओळ काढावी. टीप कागदाने टिपावे. कागद उलटा करून त्यावर पहिल्या ओळीस छेदणारी टॅनिक ॲसिडने ओळ काढावी. आयर्न आणि टॅनिनच्या संयोगामुळे छेदावर काळा रंग येईल. हा रंग येण्यास किती वेळ लागतो त्या मानाने शाई शोषण्याचा गुणधर्म लक्षात येतो.

कागदावर ॲनलाइन ब्ल्यू आणि आल्कोहल यांचे मिश्रण टाकून किती वळात रंग येतो तें पाहिल्याने कागदाला लावलेल्या खळीचे प्रमाण समजते.

परीक्षेस उतरणारे कागद

हात कागद आणि यंत्रसिद्ध कागद यात फरक असा की हात कागद दोन्ही बाजूंनी सारखा फाटतो. यंत्रसिद्ध एका बाजूने सरळ फाटतो तर दुसऱ्या बाजूने वेडा-वाकडा फाटतो. हात कागद चिन्ध्यांपासून आणि तागाच्या तंतूपासून बनवण्यात येतो. अलिकडे रद्दी कागदाचा उपयोग हात कागदाच्या बनावटीत होत असतो. हात्त कागदास भांड्यांमधून ठेवलेली खळ लावतात (**tub sized**). दस्तऐवजी कागद (लोन-पेपर) मजबूत असणे आवश्यक असते. शिवाय त्यावर लिहिलेला मजकूर पुसून जाऊ नये म्हणून त्याच्या बनावटीत काळजी घ्यावी लागते.

चांगले लिहिण्याचे कागद गोंदाची खळ लावलेले असावेत. त्यात तीन टक्क्यांहून जादा खनिजद्रव्ये नसावीत. लेजर किंवा हिशेबाच्या वहीचे कागद मजबूत असावेत. त्यांची फाटण्याची क्षमता आठ किलो असणे युक्त आहे. ओढ (**stretch**) तीन टक्के असावी. लेजर कागद हवेत सुकवलेले (**air dried**) असावेत. यंत्र-सिद्ध लिहिण्याच्या कागदात दोन टक्के राळ असते. त्यांच्या बनावटीत लाकडाचा भुसा किंवा पिष्ठमय पदार्थ (**starch**) असू नये आणि खनीजे दहा टक्क्यांहून कमी असावीत.

चांगले टीपकागद चिंध्यांपासून बनवतात. त्यात खनीजद्रव्ये असता कामा नयेत. खळही फारच थोडी असावी. चांगल्या टीपकागदाची कसोटी अशी : तीन इंच लांब आणि पाऊण इंच रुंद अशा दोन पट्ट्या कापून घ्याव्या. एक पट्टी कागदाच्या एका बाजूने तर दुसरी कागदाच्या दुसऱ्या बाजूने कापून घ्यावी. दोन्हींच्या टोकाजवळ थोड्या अंतरावर पेन्सीलिने ओळ काढावी. दोन्ही पट्ट्या त्या ओळीपर्यंत पाण्यात बुडवाव्या. एक मिनीट त्या पाण्यात ठेवाव्या. केशाकर्षणाने पाणी वर चढेल. तिथवर खुण करावी. दोन पट्ट्यात पाणी किती वर चढले तें पहावे आणि त्यामधील मध्य काढावा. चांगल्या टीप कागदात हे प्रमाण २८ ते ३० मिलिमिटर असते. पाण्याची शोषण क्रिया मंद असली तर कागदात रासायनिक रांधा आहे असे समजावे.

कला कागदाचे लुकण निघून जाता नये, यासाठी ओला आंगठा त्यावर दाबून

पहावे. लुकण पक्के नसल्यास आंगठ्यावरून ते निघेल. कला कागदावरील लुकणात शाई शोषणण्याची शक्ती असते. लुकण पक्के आहे किंवा नाही याची परीक्षा करण्यासाठी कला कागदावर दुसरा एक कागद चिकटवावा आणि तो काढून घेताना किती लुकण निघून येते ते पहावे.

वस्तू गुंडाळण्याचे कागद

वस्तू गुंडाळण्याचे कागद हवेत सुकवलेले असले तर मजबूत आणि टिकाऊ असतात. ते सहसा फाटत नाहीत. हे कागद जर नळकांड्यावर सुकवलेले असले तर ते जादा लवकर फाटतील. हवेने सुकवलेले कागद जास्त मजबूत असतात. क्राफ्ट कागद मजबूत असतो.

कोष्टक 'इ' : वेष्टनाच्या कागदाची मजबूती

कागदाचे नाव	आकार	वजन पौंड	फाडण्याचा स्ट्रेन	स्ट्रेच टक्के
गोल्डन क्राफ्ट	४४" + ३०"	१२०	८० पौंड	३.५
ग्लेझ्ड ,,	,, ,,	,,	८५ पौंड	३.५
केसिंग (एअर ड्राइड)	,, ,,	१८०	५० पौंड	३.०
,, (मशीन ग्लेझ्ड)	,, ,,	१००	५५ पौंड	—
ब्राउन (सि. ड्राइड)	,, ,,	१२०	४५ पौंड	—
,, (ग्लेझ्ड)	,, ,,	,,	५० पौंड	—

कार्बन कागद दोन कागदांच्यामध्ये ठेऊन पेन्सिलीने घासावे म्हणजे त्याचा रंग जाईल. त्यानंतरही त्यांची प्रत निघाली पाहिजे.

पार्चमेंट कागद चिन्ध्यांपासून करतात. नकली कला कागदात लाकडाचा सल्फाइड रांधा असतो. अशा कागदांवर पाण्याचा कितपत परिणाम होतो हे पाहाण्याची कसोटी आहे. कागदाच्या एका बाजूस कॉपिंग पेन्सील ओढावी आणि दुसऱ्या बाजूस पाणी लावावे. पेन्सीलीची खूण चरली तर कागद चांगला नव्हे असे समजावे.

कागदाच्या तंतूची दिशा

वर दिलेली माहिती सर्वसाधारण मुद्रकास पुरेशी आहे. ज्यांना कागद खरेदी करायचा असतो त्यांच्यासाठी आणखी माहिती देणे जरूर आहे.

यंत्रावर कागद तयार होताना जाळीच्या गतीमुळे गतीशी तंतू समांतर होतात. आर्द्रतेने कागद रुंदीत वाढतो वा आर्द्रतेच्या अभावामुळे आकसतो. यासाठी यंत्रदिशा (machine driection) माहित असणे आवश्यक असते. कागदाच्या कोपऱ्यावरील चौकोनी तुकडा कापावा. त्याचे स्थान लक्षात ठेवावे. लांबीवर 'अ' रुंदीवर 'ब' खूण करावी. त्यानंतर कागदाचा हा तुकडा एका बाजूने ओला करावा.

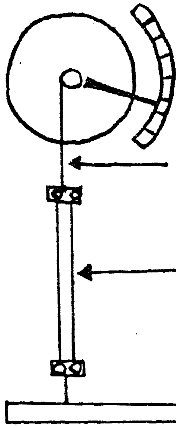


आ. ६४ कागदाच्या तंतूची दिशा (machine driection)

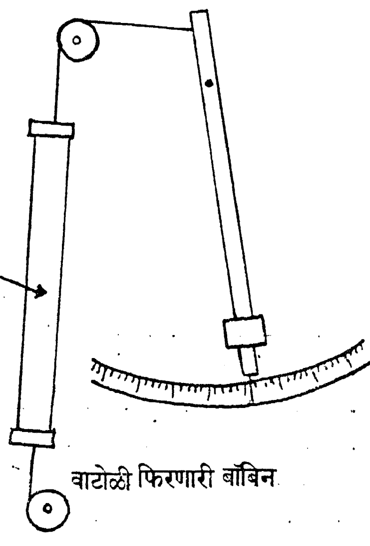
ओली बाजू खाली करून तळहातावर ठेवावा. (आकृती ६४ पहा) थोड्याच वेळात कागद गुंडाळू लागेल. त्याला नळकांड्यासारखा आकार येईल. या नळकांड्याचा आस ही यंत्रदिशेची बाजू. परीघाची बाजू ही क्रॉस डिरेक्शन. कागदातील तंतू, कागद तयार होताना लांबीशी समांतर होतात, आणि नंतर रुंदीच्या बाजूने विस्तृत होतात. पाणी लागल्याने त्यातील आर्द्रतेमुळे तंतू बाजूने विस्तृत होतात आणि कागदाची रुंदी वाढू लागते. त्यामुळे भिजवलेल्या कागदास नळकांड्याप्रमाणे आकार येतो.

मजबूती काढण्याची पद्धती

'क्राफ्ट' म्हणजे मजबूत. क्राफ्टकागद मजबूत हवेत. त्यांना येणारी ही मजबूती त्यांना रासायनिक (सल्फेट) रांध्यामुळे प्राप्त होते. कागदाची मजबूती मापणारी उपकरणे उपलब्ध आहेत. अशा यंत्रात कागदाची मजबूती तर समजतेच पण विशेष फाडण्यापूर्वी तो किती वाढतो हेही समजते. पाच सुती रुंद कागदाची सात इंच लांब



आ. ६५ कागदाची वाढ मोजणारे यंत्र : (dimensional stability tester) कागदाची वाढ काढणारे यंत्र आकृती ६५ मध्ये दाखवले आहे. त्यात एक १० इंच लांब (मशीन दिशेशी आडवी) पट्टी ताणून ताणून बसवलेला असते. वरील बाजूस कागद पट्टी पकडीत धरून तार चाकाला बांधलेली असते चाक फिरवताना पट्टी ताणली जाते. पट्टी पूर्ण ओली केल्यानंतर ती जास्त ताणली जाते आणि वाढीची नोंद चाकाला लावलेला काटा बाजूच्या इंचपट्टीवर दाखवतो.



आ. ६६ टन्साइल स्ट्रेन्थ टेस्टर : कागद तुटेपर्यंत ताणण्यास किती वजन लागते ते काढण्यासाठी 'टेन्साइल स्ट्रेन्थ टेस्टर' हे उपकरण वापरतात. कागदाच्या दोन पट्ट्या उभ्या आडव्या कापून घ्यायच्या आणि उपकरणातील पकडीत बसवायच्या. जोडलेली खालची पकड वजनाशी जोडलेली असते. कागद तुटताच वजन दाखवणारा काटा स्थिर होतो. उभ्या (मशीन डायरेक्शन) आणि आडव्या (क्रॉस डायरेक्शन) पट्ट्या तुटण्यास लागणाऱ्या वजनात फरक असतो. उभ्या पट्टीस जास्त वजन, तर आडव्या पट्टीस कमी वजन. कागद उभा आडवा फाडण्यास लागणारे वजन काढणारे उपकरणही उपलब्ध आहे.

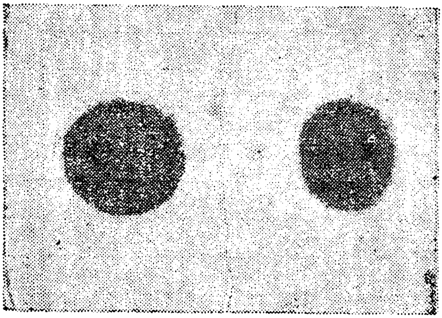
पट्टी यंत्रावर बसवायची. यंत्राचा वरचा खिळा फिरवायचा. यंत्रावर बसवलेल्या दोन तबकड्यावर मजबूती आणि कागदाची वाढ यांची नोंद होते. अशा काही कागदांची नोंद वरील कोष्टक 'इ' मध्ये (पान १२४) दिली आहे.

अशा प्रकारची यंत्रे मिळवून सांभाळणे सर्वच मुद्रकांना शक्य होणे कठीण. त्यासाठी एक सोपी अशी पद्धत आहे. कागदाचा फूल्स्कॅप आकाराचा एक तुकडा मेजावर ठेवावा. त्याच्या एका बाजूस तळहात ठेवून दाबावे. उजव्या हातात दुसरी कडा अशी घट्ट धरावी की आंगठा वर राहून चारही बोटे खालून कागद पकडतील (आकृती ६७ पहा) अशा रीतीने कागद ओढला म्हणजे त्याची मजबूती समजेल. खालची चार बोटं दाबली गली की कागदाची वाढही समजेल. कागदाच्या रुंदीच्या आणि लांबीच्या दोन्ही बाजूंनी अशी परीक्षा केल्यास त्या दोन मापात फरक आढळतो. यंत्रगतीप्रमाणे कागद ओढल्यास तो जास्त मजबूत वाटतो. परीक्षेसाठी घ्यायचा कागद चुरलेला किंवा दुमडलेला नसावा.



आ. ६७ कागदाची मजबूती पहाण्याची सोपी पद्धत

टीप कागदाचा मुख्य आणि आवश्यक गुण म्हणजे द्रव शोषून घेण्याचा किंवा टिपण्याचा. शाई टिपण्यासाठी आपण टीप कागद हाताने दाबतो. त्यावेळी दाबाने पसरण्यापूर्वीच शाई शोषली गेली पाहिजे. खळ घातलेली नसली किंवा तंतू तोकडे असले तर शाई लवकर शोषली जाते. टीपकागद तपासण्याची वर सांगितलेली क्रिया, प्रत्येकास करता येण्यासारखी आहे. या व्यतिरिक्त दुसरी परीक्षा म्हणजे तपासण्याच्या कागदाचा एक तुकडा टेबलावर ठेवून त्यावर लेखणीने किंवा फाउंटन पेनात शाई टाकण्याच्या नळीने एकेक ठिपका टाकत जाणे आणि तो कसा शोषला जातो हे पहाणे. एका ठिपक्यापासून दुसऱ्या ठिपक्यापर्यंतच्या काळात शाई कशी शोषली जाते हेही पहाणे. कागद चांगला असेल तर शाई लवकर शोषली जाते. आणि सर्वत्र सारखीच दाट दिसत. (आकृती ६८) कागद कमी प्रतीचा असला तर शाई मध्ये जास्त साचते. बाजूला कमी साचते. कारण तंतू शाईचे थेंब ताबडतोब शोषत नाहीत.



आ. ६८ टीप कागदाची शोषण क्षमता पहाण्याची सोपी पद्धत

कागदाचे तक्ते प्रामुख्याने तीन प्रकारचे असतात : पल्प बोर्ड (लगद्याचे तक्ते), पेस्ट बोर्ड (चिकटवलेले तक्ते) आणि त्रियरी तक्ते (triplex board). ही तिन्ही नावे, तक्ते तयार करण्याच्या पद्धती वरून निघाली आहेत. लगद्याचे तक्ते म्हणजे जाड कागदच. चिकटवलेले तक्ते म्हणजे दोन किंवा तीन किंवा चार जाड कागद एकत्र चिकटवून केलेले तक्ते. या बनावटीत कागदांची जाडी वेगवेगळी असली तर संपूर्ण तक्त्याची जाडीही वेगवेगळी होते. २०"×२५" आकारातील **एकथरी** पाचशे तक्त्यांचे वजन

आ. ६९ त्रिथरी तक्त्याची परीक्षा



३५ पौंड असते. द्विथरी तक्त्यांचे वजन ७० पौंड, या प्रमाणे वाढत जाते. असे कागद फाडल्याने त्या तिन्हीतील फरक समजतात. कागद फाडल्यावर त्यांच्या आतील पदर उघडे होतात आणि ते पदर किती आहेत ते समजते. ट्रिप्लेक्स् बोर्ड तीन थरांचा असतो. त्यातील मुख्य भाग यांत्रिक रांध्याचा असतो तर दुसरे आगे मागचे भाग रासायनिक रांध्याचे असतात.

पॅट्रा : (PATRA : Printing Packaging and Allied Trdes Research Association): ही संस्था ब्रिटन मध्ये मुद्रणविषयक संशोधन करत आहे. कागदाची परीक्षा करण्यासाठी या संस्थेने अनेक उपकरणे बनवली आहेत शिवाय 'पॅट्रा टस्ट बेंच' म्हणून एक छोटी प्रयोग शाळाच सिद्ध केली आहे. मोठ्या मुद्रणालायतून 'लघु प्रयोगशाळा' स्थापन करण्यात येते. आपल्याकडे मुंबईतील रेनबो इंक कंपनीत अशी प्रयोग शाळा आहे. याच पॅट्रा संस्थेने कागद परीक्षेसाठी अनेक उपकरणे बनवली आहेत. त्यापैकी काहींचा निर्देश वर केला आहे. इतर उपकरणांची माहिती पुढील प्रकरणात देण्यात येईल. कागदाचा चकचकीतपणा (gloss) आणि मुद्रणक्षमता (printability) यावर पॅट्राने केलेले संशोधन विशेष महत्त्वाचे आहे.

१४

कागदाची विशेष परीक्षा

कागद हा तंतूंचा बनलेला असतो. वनस्पतीचे तंतू आडवे उभे पसरल्याने कागद बनतो हे आपण पूर्वी पाहिले आहे. तंतू निरनिराळ्या वनस्पतींचे असतात. विशेष परीक्षेत ते कोणत्या कच्च्या मालापासून घेतलेले असतात ते समजते * कागदातील तंतू कुटून इतके लहान झालेले असतात की ते साध्या डोळ्यांना दिसत नाहीत. त्यासाठी सूक्ष्मदर्शक यंत्राचा उपयोग करावा लागतो. एरवी सारखेच दिसणारे तंतू सूक्ष्मदर्शक यंत्राखाली कसे दिसतात हे पुढील आकृती ७० मध्ये दाखवले आहे.

वरील आकृतीतील तंतू एस्पार्टो गवताचे आहेत. एस्पार्टो गवताचा उपयोग भारी किंमतीच्या लिहिण्याच्या कागदात आणि कला कागदाच्या बनावटीत करतात. साध्या लाकडाच्या रांध्यातील तंतू सूक्ष्मदर्शक यंत्रातून कसे दिसतात ते आकृती ७१ मध्ये दाखवले आहे.

कागदातील तंतू कोणत्या कच्च्या मालापासून घेतलेले आहेत हे शोधून काढण्यासाठी कागदावर विशिष्ट रासायनिक क्रिया करून त्याचा पुन्हा बलक बनवला पाहिजे आणि पिसडून तंतू अलग केले पाहिजेत. ही परीक्षा पद्धती खाली दिली आहे.

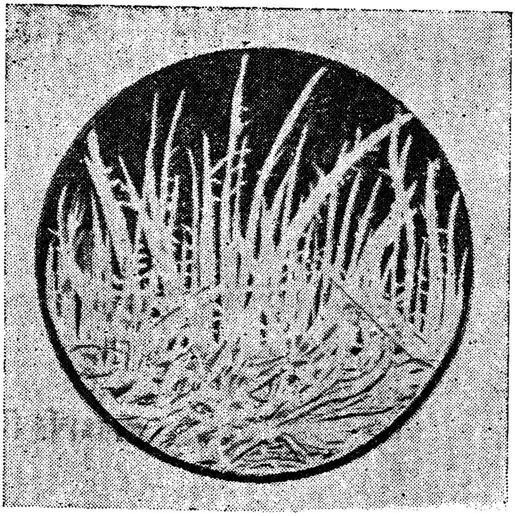
परीक्षेसाठी लागणारी उपकरणे

(१) ८० ते १०० पट मोठा आकार दाखवणारे सूक्ष्मदर्शक यंत्र

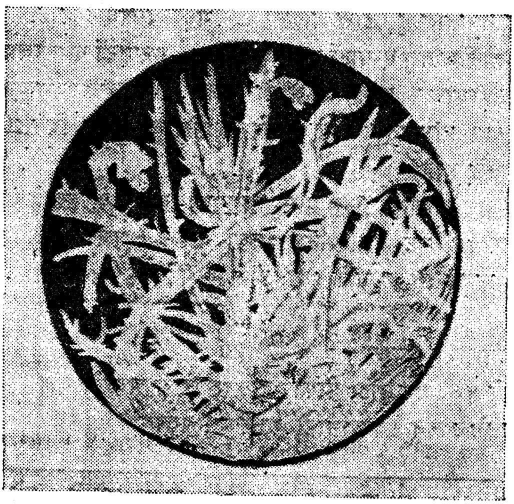
(२) पिसडलेले तंतू ठेवण्यासाठी काचेच्या पट्ट्या

---

* या प्रकरणातील प्रयोग करण्यास लागणाऱ्या उपकरणांची माहीती प्रकरण १५ मध्ये दिली आहे.



आ. ७० एस्पार्टो गवतापासून बनवलेल्या कागदातील तंतू



आ. ७१ लाकडाच्या रांध्यापासून बनवलेल्या कागदातील तंतू

(३) परीक्षा नळी (test tube)
(४) मेझर ग्लास
(५) शोषक नळी (pipette)
(६) काचेचा पेला (beaker)
(७) बूरेट (burrette)
(८) मायक्रोमीटर (micrometer)

परीक्षेत लागणारी रसायने

ग्लिसरीन, सामुद्रक्षार, आमोद आणि स्टेनिग एजंट हे तीन प्रकारचे आहेत:

(१)	पोटॅशियम आयोडाइट	२.१	ग्रॅम
	आयोडिन	.१	ग्रॅम
	झिंक क्लोराइड	२०.०	ग्रॅम
	पाणी	५	घन सेंटिमीटर
(२)	पोटॅशियम आयोडाइट	२	ग्रॅम
	आयोडिन	१.५	ग्रॅम
	ग्लिसरीन	२	घन सेंटिमीटर
	पाणी	२	घन सेंटिमीटर
(३)	पोटॅशियम आयोडाइट	२.०	ग्रॅम
	आयोडिन	१.१५	ग्रॅम
	पाणी	२२	घन सेंटिमीटर

शिवाय ग्लिसरीन १० घन सेंटिमीटर, गंधकाम्ल १५ घन सेंटीमीटर आणि पाणी ५ घन सेंटीमीटर.

परीक्षा पद्धती

परीक्षेसाठी घ्यायच्या कागदाचे तुकडे करून, परीक्षा नळीत टाकावे. त्यात सामुद्रक्षाराचा द्राव टाकून उकळावे, म्हणजे तंतू बलकातील खळी पासून सुटे होतात. कागदात खळ नसल्यास थोडा आमोद द्राव टाकून उकळल्याने काम भागते. नंतर धूऊन द्राव काढून टाकावा. थोडे पाणी घालून परीक्षा नळीच्या तोंडावर आंगठा ठेऊन जोराने हालवावे म्हणजे शुद्ध तंतूचा बलक तयार होतो. हा बलक काचच्या पट्टीवर घ्यावा आणि वर सांगितलेल्या तीन स्टेनिंग एजंट पैकी एकाचा थेंब सोडावा.

सुईने तंतू पिसडून वेगळे करावे. तिसरा स्टेनिग एजंट वापरला तर त्यावर ग्लिसरीन पाणी आणि गंधकाम्ल यांचे मिश्रण टाकावे. स्टेनिग एजंट टाकल्यावर तंतूस रंग येतो. रंगावरून तंतूचा प्रकार ओळखता येतो. कसा ते खालील तक्त्यात दाखवले आहे.

कोष्टक 'ई'

तंतू आणि त्यांच्यावर स्टेनिग एजंट टाकून आलेला रंग

तंतू	एजंट १	एजंट २	एजंट ३
१ लिनन	ब्राउन	फिकट/गडद तांबडा	तांबडा करडा
२ कापूस	,,	,,	,,
३ वाख	,,	,,	ब्राउन तांबूस
४ गवत	करडा ब्राउन	निळा जांभळा	करडा निळा
५ एस्पार्टो	,,	,,	करडा निळा
६ मॅनिला	पिवळट करडा	पिवळसर तांबूस	पिवळा निळा
७ रासायनिक रांधा	रंगहीन	जांभळट निळा	निळसर/रंगहीन
८ भुशाचा रांधा	पिवळा	पिवळा	पिवळा
९ बांबू	,,	,,	फिकट करडा/ हिरवा

कागदाच्या तंतूची सूक्ष्मदर्शक यंत्रातून घेतलेली छायाचित्रे पुढे दिली आहेत. ही सर्व चित्रे सारख्याच प्रमाणात मोठी केली आहेत त्यामुळे एका प्रकारच्या तंतूची दुसऱ्या प्रकारच्या तंतूशी तुलना करता येते. चित्रांत तंतू विरळ दिसतात; कारण ते काचेच्या तुकड्यावर पिसडले आहेत वास्तविक कागदात ते आडवे उभे पसरलेले असतात. आकृती ७२ ते ७६ मधील चित्रे धूतलेल्या बलकातील तंतूंची आहेत. तर ७७ ते ७९ मधील चित्रे तयार कागदांतील तंतूंची आहेत. वर दिलेल्या पद्धती प्रमाणे कागदाचा बलक करून ही चित्रे घतलेली आहेत.

कागदाच्या निर्मितीपूर्व बलकातील तंतू

चिंध्यांच्या बलकातील तंतू म्हणजे लांब, अपारदर्शक, चिमटलल्या नलिका

आडव्या खुणा, बोथट टोके. तंतू पट्ट्याप्रमाणे वाकडे तिकडे झालेले असतात. लिननचे तंतू लांब, पारदर्शक निमुळते व कापसाच्या तंतूपेक्षा अरुंद असतात. त्यावर बाम्बू प्रमाणे पेरे असतात. (आ. ७२ पहा)



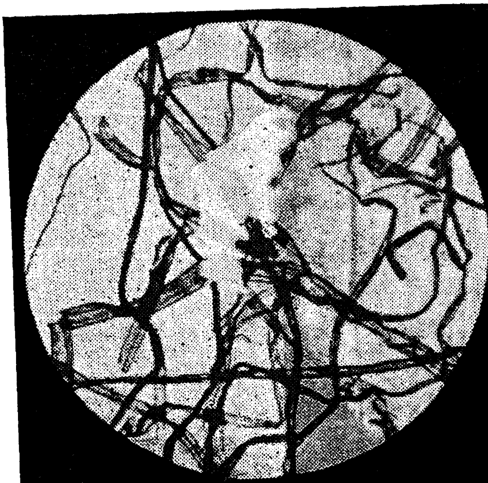
आ. ७२ चिन्ध्यांच्या बलकातील तंतू



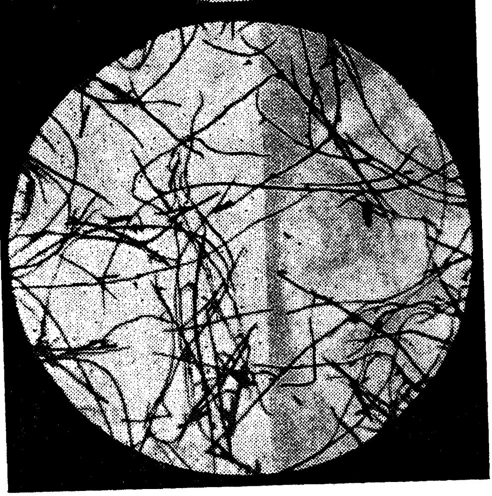
आ. ७३ लाकडाच्या भुश्याच्या बलकातील तंतू

यांत्रिक बलकातील तंतू इतके लहान असतात की त्यांना तंतू म्हणणेच कठीण. ढलप्यात तंतू समांतर असतात ते आडव्या बंधांनी बांधलेले असतात. यास वाटोळी भोके असतात. (आ. ७३ पहा)

रासायनिक रांध्याचे तंतू लांबरुंद, चिमटलेले आणि दुमटलेले असतात. सूचिपर्ण वृक्षांच्या लाकडापासून हा रांधा होतो. त्यात वाटोळ्या पेशिका (cells) असतात. (आ. ७४ पहा)



आ. ७४ रासायनिक बलकातील तंतू



आ. ७५ एस्पार्टो गवताच्या बलकातील तंतू

एस्पार्टोचे तंतू तोकडे अरुंद व गुळगुळीत दिसतात. ते घन असून टोके निमुळती असतात. त्यात खरबरीत, लंबचौकोनी पेशिका (cells) आणि अल्पविरामाच्या आकाराचे केस असतात. (आ. ७५ पहा)

गवताचे तंतू एस्पार्टो प्रमाणेच दिसतात. मात्र त्यातील पेशिका लांब आणि वाटोळ्या

असतात. शिवाय सर्व तंतू सारखे असत नाहीत. लंबवर्तुळाकार (oval), पारदर्शक पेशिका निरनिराळ्या आकाराच्या असतात. गवती बलकाचा कागद एस्पार्टोपासून बनवलेल्या कागदापेक्षा घट्ट असतो. त्यामुळे कागदास तडतड येते. (आ. ७६ पहा)



आ. ७६ गवती बलकातील तंतू

तयार कागदाच्या बलकातील तंतू

लिननचे तंतू कागदास तडतड आणि घट्टपणा देतात. कापसाचे तंतू मऊपणा, शोषकत्व, फोपसेपणा आणि अपारदर्शकत्व देतात. आकृती ७७ मधील चित्रांत वापरलेल्या कागदात ५० टक्के चिन्ध्यांचा बलक आणि ५० टक्के रासायनिक रांध्याचा बलक वापरला आहे. (आ. ७७ पहा)



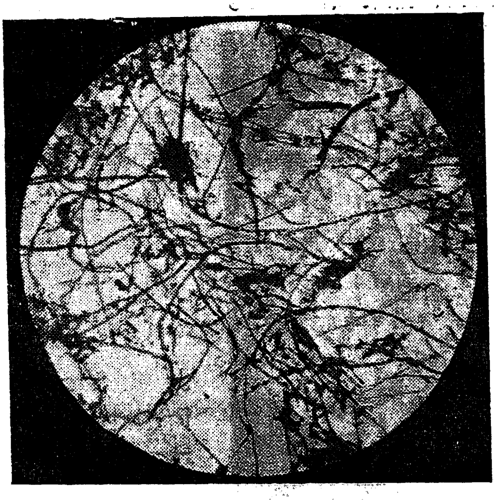
आ. ७७ चिन्ध्या मिसळलेल्या रासायनिक रांध्याच्या कागदातील तंतू

रुंद व सपाट तंतू घोटयावर चिकटून बसतात व फोफसेपणा कमी होतो. कागद मजबूत (harsh) अर्धपारदर्शक (translent) बनतो. यांत्रिक रांध्यातील लहान तंतूमुळे कागदाची वीण चांगली होत नाही. रासायनिक रांधा मिसळल्याने थोडे अपारदर्शकत्व येते. या कागदात रासायनिक रांधा २० टक्के आणि यांत्रिक रांधा ८० टक्के आहे. (आ. ७८ पहा)



आ. ७८ रासायनिक आणि यांत्रिक रांध्यापासून बनवलेल्या कागदातील तंतू

एस्पार्टोचे तंतू तोकडे वाटोळे, नाजूक आहेत. त्यामुळे फोपसेपणा, अपारदर्शकत्व, हलकेपणा, चांगला पृष्ठभाग, हे गुण कागदांत येतात. रासायनिक रांध्याचा उणेपणा या तंतूंनी नाहीसा होतो. एस्पार्टोच्या कागदावर हवामानाचा परिणाम कमी होतो. म्हणजे आर्द्रतेने ते लांब होत नाहीत. किंवा कोरडया हवेत आकसत नाहीत. या कागदात ६५ टक्के एस्पार्टो आणि ३५ टक्के रासायनिक रांधा आहे. (आ. ७९ पहा)



आ. ७९ एस्पार्टो आणि रासायनिक रांध्याच्या कागदातील तंतू

कागदाच्या कच्च्या मालातील तंतूंचे घटक

	तंतू		राख	रासायनिक घटक			वीण
	लांबी मि. मी.	व्यास मायक्रॉन्स	%	लिग्निन %	आल्फा तंतू %	पेंटोसान्स %	
सूचीपर्ण	२.७×१.६	३२–४३	१	२६–३०	४०–५०	—	घन
सदापर्णी	०.७×१.६	२०–४०	१	१८–२५	३८–४०	—	,,
बांबू	३.४	१४	१–३	२२–३०	५०	१६–२१	,,
गवत	१.१×१.५	९–१३	६–८	१७–१९	३३–३८	२७–३२	विरळ
तांदळाचे भूस	१.५	८.५	१४–२०	१२–१४	२८–३६	२३–२५	,,
स्टॉक्स आणि रीड्स् ..	१.०–१.८	८.२०	३.६	१८–२२	३३–४३	२८–३२	,,
उसाची चिपाडे	१.७	२०	२.०	१९–२१	४०–४३	३०–३२	,,
लाकडाचे ओंडके ..	०.२–०.३	१०.११	२–३	२३–२७	३१–३३	१५–२२	,,
बास्ट फायबर्स	२०–२५	१६–२२	१–२	१–६	६०	२–६	विरळ
पानतंतू	६–९	१६–१८	१	७–१०	५३–६४	१७–२४	,,

पहा : वेल्थ ऑव्ह इंडिया, पृ. १८१.

कागदाची रासायनिक परीक्षा

कागदाची रासायनिक परीक्षा करण्यासाठी रसायनशास्त्राचे ज्ञान असणे आवश्यक आहे. त्याची माहिती पुढे प्रकरण १५ मध्ये दिली आहे. रसायनशास्त्राचे ज्ञान नसलेल्या वाचकांनी हे प्रकरण प्रथम अभ्यासावे अशी अपेक्षा आहे. रासायनिक प्रयोग करून कागदातील तंतूची जात आणि कागदातील इतर द्रव्यांचे प्रमाण काढता येते.

प्रथमतः आपण कागदातील भरीचा (loading) विचार करू. कागदातील भर हे खनिज द्रव्य असल्यामुळे कागद जाळला म्हणजे जी राख उरते, तीत खनिज द्रव्य पूर्णांशाने शिल्लक उरते. त्यात कागदातील तंतूची राखही असते. तिचे प्रमाण क्षुल्लक असते. म्हणजे २ ते २.५ टक्के.

कागदाचे प्रथम वजन करावे. ते लिहून ठेवावे. ह्या कागदाचा तुकडा एका प्लॅटिनमच्या लहानशा तक्त्यावर घेऊन जाळावा आणि उरलेल्या राखेचे वजन करावे. कागदाचे जाळण्यापूर्वीचे वजन आणि उर्वरीत राखेचे वजन यांचे शेकडा प्रमाण काढावे. राखेच्या शेकडा प्रमाणातून २ टक्के वजा करता राहिलेले टक्के, खनिज द्रव्याचे प्रमाण दाखवतात.

कागदात भर म्हणून चार पाच खनिज वस्तूंचा वापर होतो. एक म्हणजे चिनी माती. या वस्तूचे रासायनिक नाव सजल-आम्ल-शैलक (hydrated silicate of aluminium) असे असून ती आस्म आणि माती यापासून बनते. ती वजनाला हलकी असते आणि तिच्या अंगी शोषण्याचा गुण असतो. वृत्तकागद आणि सामान्य छपाईचे कागद; यात हे खनिज द्रव्य घालतात. नकली कला कागदात ह्या द्रव्याचे प्रमाण फार म्हणजे तीस टक्के पर्यंत असते. दुसरे खनिज द्रव्य म्हणजे खटगंधक (calcium sulphate) यास पर्लहार्डनिग असही म्हणतात. हे द्रव्य लिहिण्याच्या कागदास उठावदारपणा यावा म्हणून उपयोजण्यात येते. तिसरे द्रव्य म्हणजे भारद गंधक (barytes-blancfixe), सल्फेट ऑफ बेरियम. हे कला कागदाच्या आवरणासाठी लुकण (coating) म्हणून वापरले जाते. चवथे द्रव्य मग्नशैलक (magnesium silicate) त्यामुळे कागदास गुळगुळीतपणा येतो. याचा उपयोग क्वचितच होतो. पाचवे द्रव्य सॅटीनव्हाइट. ते खटगंधक (calcium sulphate) आणि आमोद (amonia) यापासून बनते. कागदात कोणत्या द्रव्याची भर घातली आहे ते शोधून काढण्यासाठी एक रासायनिक पृथक्करण इथे दिले आहे.

(१) पुरेशी राख बनेल इतका कागद घ्यावा आणि प्लॅटिनमच्या पत्र्यावर जाळून त्याची राख करावी. त्यापैकी थोडी राख परीक्षा नळीत घेऊन तिच्यावर सौम्य हरकाम्ल (hydrochloric acid) सोडावे आणि नळी गरम करावी म्हणजे राख विरघळते. त्यावर भारद-हरकाचे (barium chloride) विद्रवण घालावे म्हणजे पांढरा साका येईल. त्यावरून कागदाच्या भरीत खटगंधक आहे, असे समजावे.

(२) वरील प्रयोगात राख विरघळलीच नाही तर राहिलेल्या राखेपैकी थोडी राख घ्यावी. त्यात सामुद्र आणि पालाश (potasium) यांचे विद्रवण घालून मुशीत

(crusible) चांगली तापवावी (फ्यूजन). मग मूस थंड होऊ द्यावी. गरम पाणी घालून मिश्रण गाळून घ्यावे. (अ) थोडे गाळण (filtrate) घेऊन त्यावर सौम्य हरकाम्ल आणि भारद हरकाचे (burium chloride) विद्रवण घालावे. पांढरा साका आला तर कागदाच्या भरीत गंधकाची राख आहे असे ठरते. (आ) वरीलपैकी थोडा साका घ्यावा. त्यात वरीलप्रमाणेच थोडे हरकाम्ल घालून मिश्रण कढवावे. त्यातील पाण्याची वाफ होऊन जाईल. परत गरम पाणी आणि आम्ल घालाव. जिलेटीन प्रमाणे साका आला तर राखेत शैल्क आहे असे समजावे.

(३) वरील दुसऱ्या परीक्षेत गाळून राहिलेला साका सौम्य हरकाम्लात विरघळवावा. पाणी गाळून उकळून वाफ होऊन जाऊ द्यावे. राहिलेल्या सुक्या द्रव्यातील थोडे घेऊन (अ) त्यात आमोद हरकाचे विद्रवण आणि तीव्र आमोद घालावा. पांढऱ्या जिलेटीन प्रमाणे साका आल्यास मूळ राखेत आस्म (aluminium) आहे असे समजावे. त्याचवेळी धुरकट वाफ येते ती खळीमधील त्रुटीची असते. (आ) वरील साक्यासह द्रव घेऊन तो गाळावा. त्यातील गाळ घेऊन पोटॅशियम क्रोमेटचे (potacium chromate) विद्रवण टाकावे. साका पिवळा झाला तर भरीत भारद (barium) आहे असे समजावे. (इ) वरील पिवळ्या साक्यासहित द्राव घेऊन परत गाळावा. त्या गाळात अमोनियम कार्बोनेटचे (amonium carbonate) विद्रवण घालावे. पांढरा साका आला तर त्यात खट (calcium) आहे असे समजावे. (ई) वरील पांढऱ्या साक्याचा द्राव परत गाळून त्यातील पांढरा साका काढून टाकावा व राहिलेल्या द्रावात आमोदाचे विद्रवण टाकावे. थोडे सोडियम सल्फेट (sodium sulphate) टाकून हलवावे. साका स्फटिकासारखा असला आणि आम्लात तो विरघळला तर भरीत मग्न (magnesium) आहे असे समजावे.

वर दिलल्या सर्व क्रिया एकमेकांवर अवलंबून आहेत. एकदा साका आला म्हणजे तो काढून राहिलेल्या द्रावावर पुढील क्रिया करायची आहे. परंतु साका आला नाही तर त द्रव्य प्रयोगानुकुल नाही, म्हणून पुढील क्रिया त्याच द्रावावर करायची आहे. खटगंधक (calcium sulphate) व आल्युमिना ही दोन्ही द्रव्ये आढळली तर भरीत 'सॅटीन व्हाइट' आहे असे मजावे.

कागदात खळ म्हणून पुढील वस्तूंचा वापर होत असतो : (१) जिलेटीन किंवा प्राणीज गोंदाचा वापर बहुदा हात कागदाच्या बनावटीत होतो. हेच कागदास खळ म्हणून लावले जाते. त्यायोगे कागदावर पाण्यातील शाई पसरत नाही. शोषली जात जात नाही. (२) खळीचा दुसरा प्रकार म्हणजे राळ. बहुतेक छापण्याच्या कागदात आणि हलक्या लिहिण्याच्या कागदात राळच वापरतात. क्वचित् राळे बरोबरच जिलेटीनचा उपयोग होत असतो. (३) केसीन किंवा दुधातील स्टार्चचा उपयोग खळ म्हणून होतो.

खळीची परीक्षा करण्यासाठी कागदाची पट्टी कापावी व पाण्यात उकळावी. हे

पाणी एका परीक्षा नळीत घ्याव. त मिश्रण थंड झाल्यावर त्यावर टॅनिक ॲसीडचे (tanic acid) थोडे थेंब टाकावे. साका पिवळट झाला (त्यास थोडा वेळ लागतो) तर खळीत जिलेटीन आहे असे समजावे. साका पांढरा झाला तर स्टार्च आहे असे समजावे. या क्रियेत स्टार्चमुळे पांढरा साका येतो. पहिल्याने थोडे सौम्य आयोडिन विद्रवण कागदास लावावे. निळा रंग दिसल्यास त्याच कागदाच्या दुसरा तुकडा घ्यावा. तो पाण्यात उकळवावा. आणि पाणी थंड करावे. ते परीक्षा नळीत घेऊन थोडे आमोद हरद (aluminium chloride) आणि त्यातच आयोडिन विद्रवण घालावे. पाणी निळे दिसेल, ते गाळावे. गाळण उकळून थंड करून टॅनिक ॲसिडचे विद्रवण घालावे. पूर्वीप्रमाणेच साका आल्यास जिलेटीन आहे असे समजावे.

जिलेटीन फार थोडे असेल तर वरील क्रियेत ते ओळखू येत नाही. अशा वेळी दुसरी परीक्षा करावी. बाष्प जलात (distilled water) कागद उकळवावा. जलीय द्राव (aqueous extract) मध्ये बेरिटा वॉटर (Barium hydroxide) घालावे. पांढरा साका यईल. तें स्टार्च असते. ते गाळून काढून टाकावे. गाळण्यात सामुद्र गंधकाचे (sodium sulphate) विद्रवण घालावे. त्यामुळे बेरिटा वॉटर सह पडलेले जादा भारद निघून जाईल. त गाळून मागे सांगितल्याप्रमाणे टॅनिक ॲसिड टाकून जिलेटीन आहे का बघावे.

रेझिन : कागदाच्या पट्टया परीक्षानळीत घालून त्यावर मद्यार्क (स्पिरिट ऑव्ह वाइन, अल्कोहल) घालावा व गरम पाणी असलेल्या पेल्यात ठेवून गरम करावे. स्पिरिट थोडा वेळ उकळू द्यावे. उडून कमी होईल तसे आणखी मिळवीत जावे. त्यात असेटिक ॲसीड घालून ते थंड पाण्याने भरलेल्या परीक्षा नळीत घालावे. रेझीन असेल तर पांढरा धूर दिसतो, तो परीक्षा नळी उलटी केल्यावर सर्वत्र पसरतो.

हात कागदाच्या बनावटीत साबण घातलेला असतो. त्यामुळे सुद्धा असा धूर दिसतो. त्यासाठी राळची पुढील परीक्षा करावी. थोडा कागद एका परीक्षा नळीत घेऊन निर्जल असेटिक आम्लात (anhydrous) वितळवावा. थंड करून १.५३ विशिष्ट गुरुत्वाच्या गंधकाम्लाचा थेंब परीक्षा नळीच्या बाजूने हळूच आत सोडावा. राळ असेल तर प्रथम जांभळा रंग दिसून पुढे त्यास करडा रंग येईल. जेथे विद्रवण आणि थेंब मिळतात तिथे असा रंग दिसेल.

सर्व परीक्षात स्पिरिटमधील परीक्षा चांगली. स्पिरिट मिथिलेटड घेऊ नये. रेक्टिफाइड घ्यावे. त नुसते तापवू नये. सोपी परीक्षा म्हणजे इथरचे एक दोन थेंब टाकावेत. इथर उडून जाते, रेझीन निराळे राहते, आणि करड्या रंगाची वाटोळी आकृती दिसते.

केसीन (casin) : लुकण लावलेल्या कागदात केसीन असते. तो रंगीत नसेल, आणि त्यात जिलेटिनही नसेल तर मिलॉन्स रीएजंट मध्ये कागद बुडवावा. आणि ते गरम करावे म्हणजे गुलाबी रंग येतो. तो केसीनचे अस्तित्व दर्शवतो.

(**मिलॉन्स् रीएजंट :** पारा आणि त्याच्या वजनाएवढे नत्रीय आम्ल (१.४ विशिष्ठ गुरुत्वाचे) घ्यावे. पारा वितळून जाईपर्यंत गरम करावे. दुप्पट (आकार) पाणी घालावे जास्त झालेला द्राव काढून टाकावा.)

कागद लुकण लावलेला असेल तर प्रथम सोडियम कार्बोनेटमध्ये वितळवावा. गाळून घ्यावे. त्यात ॲसेटिक आम्ल टाकावे, म्हणजे केसीनचा साका येईल. साका गाळून घ्यावा. दोन भाग साका, एक भाग ॲसेटिक आम्ल आणि गंधकाम्ल यांचे मिश्रण करावे. गरम करावे. जर तांबूस जांभळा रंग दिसला तर केसीन आहे असे अनुमान करता येते.

पिष्टमय पदार्थ (starch) **:** टिकाऊ कागदात पिष्टमय पदार्थ असता नये. स्टार्चचे अस्तित्व ओळखण्यात आयोडीन परीक्षा उपयोगी आहे. या परीक्षेत निळा रंग येतो. आयोडिन आणि पोटॅशियम आयोडाइट यांचे विद्रवण कागदावर टाकावे. निळा-काळा रंग दिसेल. मद्यार्कात थोडे हरकाम्ल टाकावे. थोडा कागद वजन करून त्यात टाकावा. हे मिश्रण कागदासह उकळवावे. त्यामुळे राळ सुटी होते. स्पिरिटने कागद धुवावा. सुकल्यावर वजन करावे. मद्यार्क आणि पाणी समभाग घेऊन त्यात हरकाम्ल घालावे व कागद त्यात टाकून उकळवावे. आयोडीन विद्रवणाने रंग दाखवणे बंद होई-पर्यंत उकळणे चालू ठेवावे. म्हणजे सर्व स्टार्च बाहेर पडते. नंतर त्याचे वजन करून पहिल्या वजनातून वगळल्याने स्टार्चचे वजन मिळते. त्यावरून पहिल्या वजनाशी स्टार्चचे प्रमाण मिळते.

कागदातील रंगाची परीक्षा

येथपर्यंत पांजणीवर लिहिले. रंगीत कागदात कोणते रंग घातले आहेत हे ओळख-ण्याचे साधन पाहू. बहुदा कागदात अॅनलाइन रंग घालतात. क्वचित् रंजकाचाही (dyes) वापर करतात.

निळा रंग : अल्ट्रामरीन, प्राशियन ब्ल्यू व स्माल्टस्.

(१) **अल्ट्रामरीन** (ultramarine) **:** कागदावर हरकाम्लाचा एक थेंब टाकावा. त्यापासून २ से. मी. वर सामुद्रक्षाराचा थेंब टाकावा. अल्ट्रामरीन असला तर कागदाचा रंग जातो. खात्री करून घेण्यासाठी त्याच कागदाचा भाग आम्लात गरम करावा. परीक्षा नळीच्या तोंडाशी लेड ॲसिटेटचा कागद धरावा. काळा झाला तर अल्ट्रामरीन आहे असे समजावे.

(२) **प्रशियन ब्ल्यू** (prussian blue) **:** वरील परीक्षेत सामुद्रक्षाने कागदाचा रंग गेला तर प्रशियन ब्ल्यूचे अस्तित्व जाणवते. याची खात्री करून घेण्यासाठी सामुद्र-क्षारात कागद उकळून रंग गेल्यावर हरकाम्ल टाकावे. निळा रंग आला तर प्रुशियन ब्ल्यूचे अस्तित्व सिद्ध होते.

(३) वरील परीक्षेत दोन्हीचा परिणाम झाला तर अल्ट्रामरीन आणि प्रुशियन

ब्ल्यूचे मिश्रण वापरले आहे असे सिद्ध होते.

(४) कोणच्याही एका थेंबाने रंग बदलला तर त्यात 'रंजक' (dye) आहे असे समजावे.

(५) **स्माल्टस् :** दोन्ही विद्रवणाने रंग बदलला नाही तर कागदाची राख करावी. तिचा रंग निळाच राहिला तर स्माल्ट (smalt) आहे असे समजावे. भारी किंमतीच्या कागदातच स्माल्टचा वापर करतात.

पिवळे कागद : पिवळ्या कागदात क्रोम यलो, ॲरोमीन, मॅटेनील यलो ही रंगद्रव्य असतात. शिवाय डांबरी रंजक (tar dyes) असतात.

(१) मद्यार्कात आमोदाचा एक थेंब टाकावा. त्यात कागदाचा तुकडा टाकून पाण्याच्या वाफेवर परीक्षा नळी गरम करावी, डाय असल्यास मद्यार्कात रंग उतरतो.

(२) थोड्या कागदाची राख करावी. ती रंगीत असली तर क्रोम यलो आहे असे समजते. एक दोन थेंब मद्यार्क व तीक्ष्ण (concentrated) हरक आम्लात कागद गरम करावा. क्रोमयलो असला तर त्यातील लेड क्रोमेटचे रिडक्शन होऊन हिरवा रंग येतो.

बफ कागद : बफ रंग गंज (iron oxide) किंवा क्रोम यलोचा असतो. कागदाची राख - ती रंगीत असते - सौम्य हरकाम्लात वितळवावी. त्यात एक थेंब नत्रीय आम्ल टाकावे. परीक्षा नळीत थोडे पाणी घालावे. प्रशिएट ऑव्ह पोटॅश (potassium prussiate) चे थोडे थेंब सोडावे. गंज असल्यास गडद निळा रंग येतो.

करडे तांबडे कागद : हे कागद डाय् टाकून तयार करतात. गुंडाळण्याच्या करड्या कागदात लोह असते. रंग काळसर असेल तर मँगनीज् असते. अशा कागदाची राख करून प्लॅटिनमच्या प्लेटवर घ्यावी. त्यावर घन सामुद्रक्षार आणि पोटॅश टाकून गरम करावे (fuse) म्हणजे हिरवा रंग येईल. पाण्यात वितळल्यास हिरवे विद्रवण मिळते. गरम केल्यावर तांबडा रंग आला तर मग्नचे अस्तित्व जाणवते.

हिरवे कागद : हे डाय वापरून करतात. कागदाच्या राखेला रंग असला तर पिवळी आणि हिरवी रंगद्रव्ये (pigments) मिसळलेली असतील. त्यात प्रशियन ब्ल्यू असला तर राख पिवळी दिसते. त्यावर हरकाम्लाचा थेंब टाकला तर निळा रंग येतो.

काळे कागद : काळा रंग आयर्न टॅनिन पासून मिळतो. टॅनिन असल तर हरकाम्लात गरम केल्याने तांबूस रंग दिसतो.

कागदाच्या बनावटीत जे तंतू वापरले जातात त्यांच्या विशिष्टत्वाप्रमाणे त्यावर प्रतिक्रिया होतात. उदाहरणार्थ गवतापासून केलेला कागद दहा भाग ॲनलाइन सल्फेटशी गरम केल्याने गुलाबी रंग येतो. कागदात एस्पार्टो गवत वापरले असेल रंग थोडा गडद दिसेल.

यांत्रिक रांध्याचे अस्तित्व ओळखण्याची रीत : दहा ग्रॅम मीठ २५ क्यूबिक सेंटी-

मीटर हरकाम्ल तेवढेच पाणी या विद्रवणाने कागदाची फाडलेली कडा ओली करावी. म्हणजे कडेवर तांबूस रंग येतो. थोडा सौम्य रंग आला तर हा कागद जुन्या कागदापासून केलेला आहे असे समजते. रंगीत कागदात शेकडा १५ टक्के यांत्रिक रांधा क्षम्य समजतात.

कागदात आम्ल असता नये. हे ओळखण्याची रीत अशी : बाष्प जलात कागद उकळवून थंड झाल्यावर एक थेंब मिथिल ऑरेंज (methyl orange) टाकल्यास तांबडा रंग येतो. तो आम्लाचे अस्तित्व दर्शवतो. आम्लाच्या अस्तित्वामुळे कागदाचे तंतू खराब होतात. त्याचप्रमाणे कागदात हरकद्रव्येही असू नयेत. कागदाचा बलक करताना घातलेले विरंजनचूर्ण पूर्णपणे धुऊन न काढल्याने कागदात हरकद्रव्ये राहतात. वरील प्रमाणे बाष्पजलाने एक्स्ट्रॅक्ट करून त्यात एक थेंब नत्रीय आम्ल आणि थोडे सिल्व्हर नायट्रेट (silver nitrate) टाकावे. असल्यास पांढरा साका (precipitate) येईल.

वस्तूतील आम्लता आणि अल्कता मोजण्यासाठी pH काढण्यात येते. pH ची मोजणी ० पासून १४ पर्यंत करतात. सात या क्रमांकास वस्तूत: आम्लता किंवा अल्कता नसते. या स्थितीस न्यूट्रल म्हणतात. सात पेक्षा कमी pH, आम्लता दाखवते. सात पेक्षा जास्त pH, अल्कता दाखवते. कागदाच्या बनावटीत जी रसायने घालतात. त्यामुळे कागदात आम्लता येते. pH पाच पर्यंत असली तर अपाय होत नाही. यापेक्षा आम्लता वाढली तर कागदावरील शाई सुकण्यास वेळ लागतो.

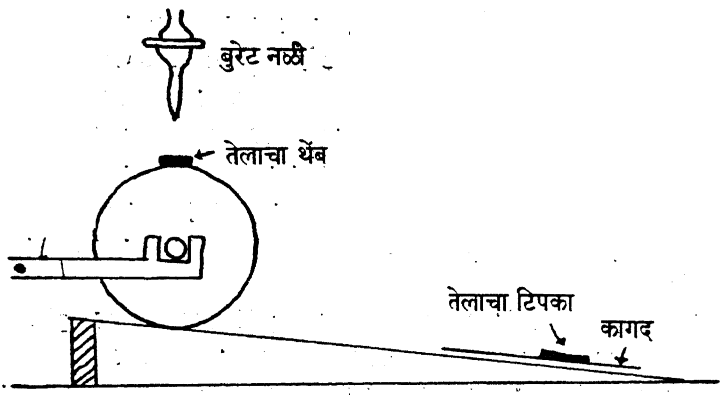
कागदाची जलशोषण क्षमता काढण्यासाठी कॉब्ज् परीक्षा (Cobb's test) करतात. कागदाचा १०० से. मी. चौरस तुकडा एका नळकांड्याला पकडतात त्या नळकांड्यात १ से. मी. खोल २०° ते २३° से. मी. तपमानाचे पाणी ओतावे. स्टॉपवॉच चालू करावे ४५ सेकंदानंतर पाणी ओतून टाकावे. कागदा वरील जास्त पाणी ६० सेकंदा नंतर टीपून घ्यावे. कागदाचे मूळचे वजन आणि ओल्या कागदाचे वजन यातील फरक म्हणजे कागदात शोषले गेलेले पाणी ते जी.एस्.एम्. मध्ये सांगतात.

पॅट्राने प्रसृत केलेली कागदाची परीक्षा करणारी काही उपकरणे

१. कागदाच्या तेलशोषण क्षमतेची परीक्षा

कागदाच्या पृष्ठभागाची तेल शोषण क्षमता महत्त्वाची असते. कागदावर तेलयुक्त शाईने छपाई करतात. छापण्याच्या क्रियेत शाईतील तेल हवेतील ऑक्सिजनशी संयुक्त होऊन शाई वाळते. किंवा ती हवेत उडून रंग द्रव्ये पृष्ठभागावर राहतात. तिसऱ्या प्रकारात तेल कागदात मुरुन शाई वाळते. रंगद्रव्ये कागदावर प्रस्थापन करून तल कागदात कसे आणि किती घुसते यावर छपाईचा दर्जा अवलबून असतो. कागदाची तेल शोषण क्षमता मोजणारे उपकारण पॅट्राने बनवले आहे त्याचे रेखाटन आकृती ८०

मध्ये दिले आहे. रबर ब्लँकेट ठेवलेल्या तिरक्या काचेवर एक तांब्याचा रूळ आहे. त्यावर परफीन तेलाचा एक थेंब बुरेटने टाकायचा. रूळ फिरवल्याने तेलाच्या थेंबाचा थेंब ब्लँकेटवर जाईल. आणि कागदावर त्याचा ठिपका उठेल. तेलाचा



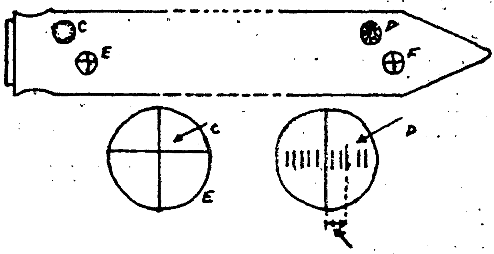
आ. ८० : कागदाच्या पृष्ठभागावरील तेल शोषण उपकरण

ठिपका कागदावर येतो ती वेळ स्टॉप वॉचवर पहावी. पाऊणपट तेल कागदात शोषले जाते तेव्हा स्टॉप वॉच बंद करायचे. असे दहा वेळा करून तेलाच्या शोषणाचा सरासरी काळ काढावा. तुलनेसाठी पॅट्राने खालील काळ दिले आहेत.

वॉर्निशिंग, ग्लॉस प्रिंटिंग आणि ब्राँझिंग (कोणत्याही कागदावर)	३० सेकंड
लुकण लावलेल्या कागदावरील रंगद्रव्ये घसटून येणे टाळण्यासाठी	१० सेकंड
लुकण लावलेल्या कागदावर छापलेली शाई वरील कागदास लागणे टाळण्यासाठी कमाल वेळ	२०० सेकंड

२. आर्द्रता समतोलाची परीक्षा

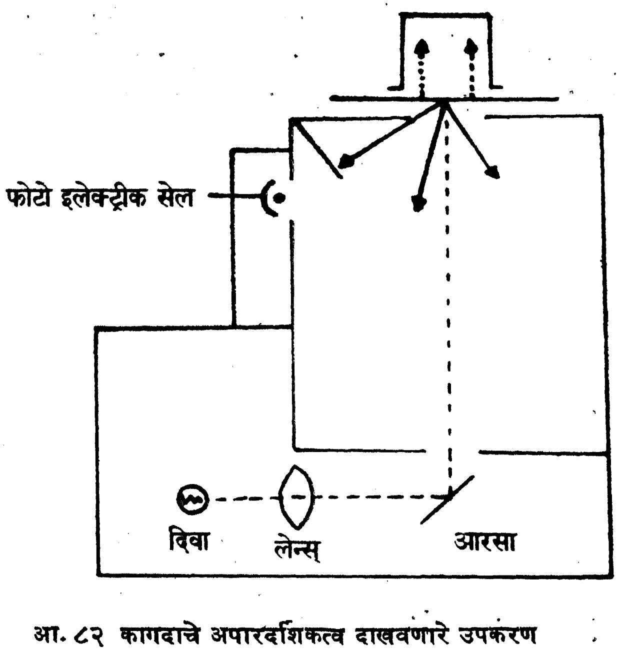
कागदातील आर्द्रता आणि मुद्रण खात्यातील आर्द्रता यात समतोल असणे आवश्यक असते. हे पाहण्यासाठी पट्राटे समतोल परीक्षा उपकरण (paper equillibrium tester) बनवले आहे. हे उपकरण कट्यारीच्या पात्याप्रमाणे असते. पाते कागदाच्या रीमात घुसवून मागचा उभट भाग दाबला म्हणजे C आणि D या २० इंच अंतरावर असलेल्या जागी ठेवलेली शाईच्या गाद्या असलेली दोन पाती वर यऊन कागदावर खुणा करतात. हा कागद रीमातून काढून १५ मिनिटे टांगून ठेवायचा. म्हणजे खोलीतील आर्द्रता कागदात प्रवेश करील. रेफरन्स् खुणांवर पात्यातील E आणि F ही छिद्रे येतात. त्यातून कागदात झालेली वाढ समजते.



आ. ८१ पॅंट्रा समतोल परीक्षा उपकरण

३. EEL ओपॅसीमीटर

कागदाच्या अपारदर्शिकत्वाची परीक्षा करण्यासाठी पॅंट्राने जे उपकरण बनवले आहे त्यास EEL opacimeter म्हणतात. कागदातील तंतू आणि त्यातील



आ. ८२ कागदाचे अपारदर्शिकत्व दाखवणारे उपकरण

भर (loading) प्रकाश किती प्रमाणात परावर्तित करतात त्यावर कागदाचे अपारदर्शकत्व अवलंबून असते. ज्या कागदाची परीक्षा करायची तो यंत्रावर D या ठिकाणी ठेवायचा. खालून दिव्याचा प्रकाश आरशातून परावर्तित होतो तो प्रकाश कागदातून दिसेनासा होईपर्यंत कागदांची संख्या वाढवत जायचे आणि उपकरणातील मापक यंत्राचा (galvanometer) काटा १०० वर ठेवायचा. मग एक कागद ठेऊन बाकीचे कागद काढून घ्यायचे. मापकयंत्राचा काटा खाली येऊन जिथे स्थिर होईल तिथला आकडा वाचायचा. हा आकडा कागदाचे प्रतीशत अपारदर्शकत्व दाखवतो.

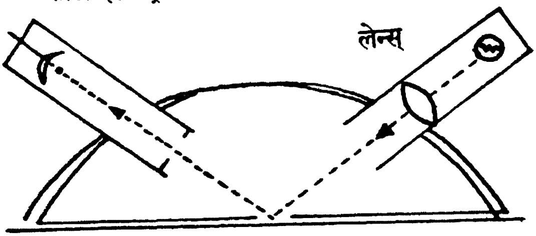
या यंत्रावाचून अपारदर्शकत्व पाहायची सोपी पद्धत आकृती ८३ मध्ये दाखवली आहे. कागद प्रकाशाकडे घेऊन बघितल्याने त्याचे अपारदर्शकत्व स्थूलमानाने समजते.



आ. ८३ अपारदर्शकत्व पाहाण्याची सोपी पद्धत

४. पॅट्रा ग्लॅसोमीटर

कागदाचा किंवा शाईचा चकचकीतपणा मोजण्यासाठी पॅट्राने बनवलेल्या उपकरणाचे नाव ग्लॅसोमीटर असे आहे. कागदावरून प्रकाश परावर्तीत होतो (specular reflection) त्याचे संख्येत मूल्य काढून प्रमाणीत कागदाच्या मूल्याशी तुलना

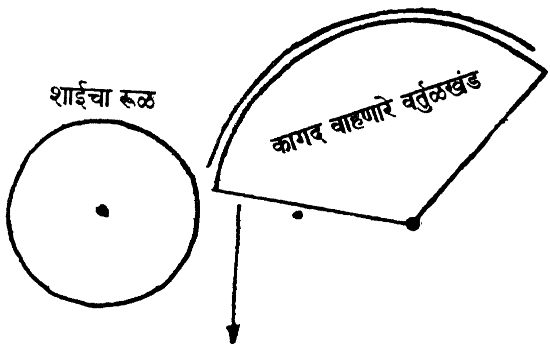


आ. ८४ पॅट्रा ग्लॅसोमीटर

करायची. एका काळ्या गुळगुळीत टाइलवर हे उपकरण ठेवायचे आणि गॅल्व्हानोमीटरवर १०० हे मूल्य नोंदायचे. नंतर परीक्षा करायच्या कागदावर उपकरण ठेवायचे म्हणजे ग्लॉसची टक्केवारी नोंदली जाते.

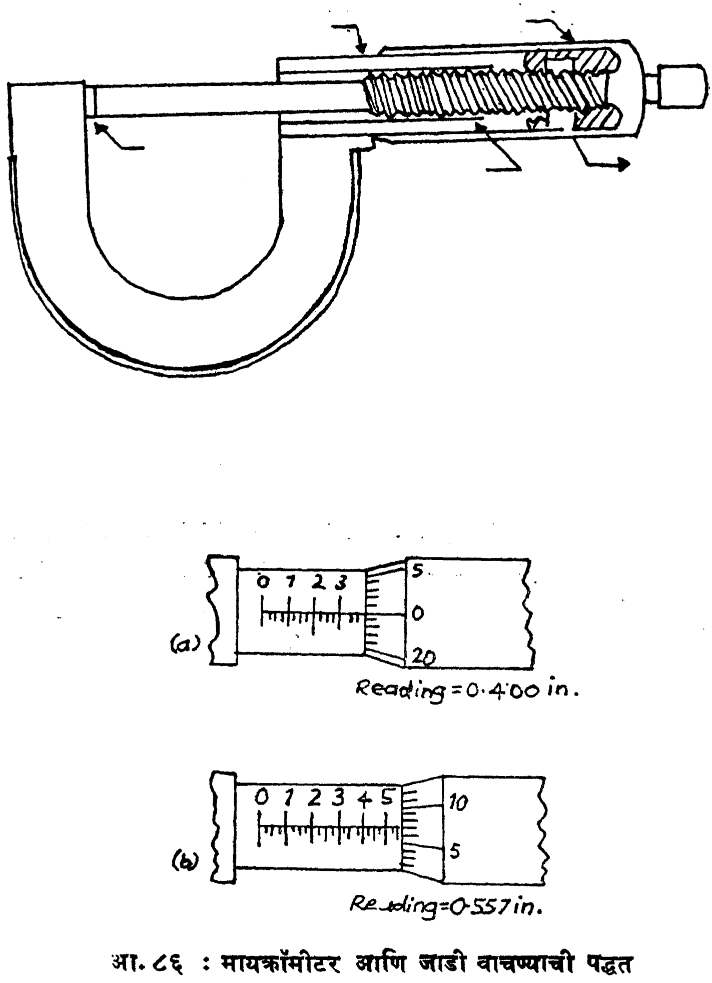
५. मुद्रणक्षमता मापन

कागदातील तंतू पक्के बसलेले नसले म्हणज शाईच्या चिकटपणा (tack) मुळे ते सुटून येतात. त्याला भूस येणे (sluffing) असे म्हणतात. लुकण लावलेल्या कागदाचे आवरण सोलून निघते. (picking) लुकणाखालील तंतू तुटून निघाले तर त्यास स्प्लिटिंग (splitting) म्हणतात. हे दोष यंत्राचा वेग, शाई



आ. ८५ मुद्रणक्षमता मापक उपकरण

चिकटपणा इत्यादीमुळे उत्पन्न होतात. मुद्रणक्षमता मापन उपकरणात कागदाची पट्टी वर्तुळ खंडावर (segment) लावली जाते. वेगाने फिरणाऱ्या शाईच्या रूळाला दाबून फिरवली जाते. वेग सारखा वाढत ठेवायचा, सोलणे सुरू होईपर्यंत. सोलणे किती वेगावर सुरू होते ते यामुळे काढता येते.



आ. ८६ : मायक्रॉमीटर आणि जाडी वाचण्याची पद्धत

मायक्रॉमीटर हे सूक्ष्म जाडी मोजण्याचे उपकरण आहे. या मधील स्क्रू एक फेरा फिरवला म्हणजे $\frac{१}{४०}$" किंवा ०.०२५" पुढे जातो. याहून सूक्ष्म जाडी मोजण्यासाठी स्क्रूच्या फेऱ्याचे भाग करून तो किती अंश फिरला ते पाहता येते.

मायक्रॉमीटरच्या आडव्या सरळ रषेवर ०.०२५" चे भाग नोंदवलेले असतात. त्यावरील १ अंश म्हणजे ०.१००. उभ्या बाजूस वर्तुळाचे २५ भाग केलेले असतात. १ भाग म्हणजे ०.००१. आडव्या रेषे वरील आकड्यात हे भाग मिळवून जाडी $\frac{१}{१०००}$ मध्ये काढता येते.

उदा. आडवी रेषा ५.५ = ०.५५० + उभी रेषा ७ = जाडी ०.५५७.

अशा प्रकारे कागदासारख्या मऊ वस्तूची जाडी काढताना किती दाब घ्यायचा ते निश्चित पाहिजे. नाहीतर कठीण सूपर कॅलेंडर कागद आणि अँटिक सारखा मऊ कागद यांची जाडी काढताना फरक पडतो. ब्रिटिश स्टँडर्ड बी. एस्. ३९८३ प्रमाणे हा दाब ७.५ पौंड प्रती चौरस इंचास असा दिला आहे. हा दाब मायक्रॉमीटर मध्ये स्प्रिंगने दिला जातो.

१५

कागदोपयोगी रसायनशास्त्र

चलद्रेणू कल्पना

काही पदार्थ आपण न पाहता देखील केवळ वासावरून ओळखू शकतो. उदाहरणार्थ कापूर घ्या. आपण कापुराचा वास येतो असे प्रत्यक्ष कापूर न पाहताही सांगू शकतो. हवेतून हे ज्ञान आपल्या नाकास होते हे उघड आहे. यावरून कापुरापासून काही अत्यल्प (अल्पक) कण सारखे हवेत मिसळत असले पाहिजेत व ते नाकापर्यंत पोचले म्हणजे आपणास कापुराचे अस्तित्व प्रतीत होत असले पाहिजे. कापुराचे आता वायूमध्ये रूपांतर झाले आहे.

कापुराचे वायूत रूपान्तर झाले, कापुराचे अल्पक स्वतंत्रपणे कापुराच्या वडीतून उड्डाण करून हवेत खेळू लागले. वडी मोठी, हे अल्पक अत्यन्त सूक्ष्म; तरी देखील कापूरपणा त्यांनी सोडलेला नाही. अर्थात हे अत्यन्त सूक्ष्म पण कापुराचेच हे निश्चित. सारांश एकाद्या द्रव्याचा सूक्ष्मातील सूक्ष्म अंश किंवा अल्पक जो स्वतंत्रपणे वावरू शकतो – पण आपल्या जातीचे गुणधर्म न सोडता – त्याला चलत् (स्वतंत्रपणे वावरणारा पण तज्जातीयच) रेणू असे म्हणतात. यावरून लक्षात येते ते असे की पदार्थ रॉकेलासारखा द्रव अवस्थेत असो वा कापरासारखा स्थाणु अवस्थेत असो; तो पदार्थ म्हणजे चलद्रेणूंचा समूहच असून, त्यातील काही रेणू तरी निदान स्थाणू वा द्रव या बांधणीतून निसटून उड्डाण करून, वायू अवस्थेत सारखे जात असतात.

प्रत्येक पदार्थात आपापले चलद्रेणू असतात. त्यातल्या एखाद्या रेणूचा काही युक्तीने जर भंग केला (उदाहरणार्थ विजेच्या वहाळीने, किंवा तापवून), आणि असे आढळून आले की त्यातूनही अधिक सूक्ष्म अल्पक यदाकदाचित् निघालेच तरी ते पहिल्या द्रव्याचेच असून ते काही एकाद्या निराळ्याच द्रव्याचे नाहीत, तर मग या

अत्यंत सूक्ष्म अल्पकांना अणू असे म्हणायचे. का, तर त्यापासून अधिक लहान पण विजातीय असा अल्पक निघत नाही. असे हे अणू ज्या द्रव्याचे असतील त्या द्रव्याला मौल अशी संज्ञा आहे. अशी मूलभूत द्रव्ये अर्थात मौले, एकूण फक्त ९२ आहेत. मौलाच्या संयोगाने द्रव्ये बनतात. त्यांना संयुग म्हणतात.

याच गोष्टी आता उदाहरणांनी आपण पक्क्या करू. पाणी हे द्रव्य संयुग असून त्यापासून उज्ज आणि ऊर्व (हायड्रोजन आणि ऑक्सिजन) ही दोन मौले निघू शकतात. पाण्यातून वीजवहाळ सोडली म्हणजे पाण्याच्या रेणूचे वियोजन होते. आणि दोन उदकरेणूपासून एकंदर तीन रेणू निष्पन्न होतात. या तिन्हींपैकी दोन उज्जरेणू असून एक ऊर्वरेणू असणार असा नियमच आहे. आता या वियोजनानंतर म्हणजे उदकरेणूपासून उज्जरेणू आणि ऊर्वरेणू वर म्हटल्याप्रमाणे मिळवल्यानंतर, एखादा उज्जरेणू अथवा ऊर्वरेणू घेऊन त्याचा आणखी भंग काही युक्ती योजून करू पाहिल्यास तसा तो होऊ शकतो. पण विशेष असा की एका उज्जरेणूपासून दोन अल्पके जरी निघू शकतात तरी ती भिन्नजातीय नसून तज्जातीयच असतात! अर्थात या अत्यंत सूक्ष्म अल्पकांना अणू असे नाव मिळते. ऊर्वाच्या रेणूचेही असेच होते; म्हणजे त्यांच्या एका रेणूपासून फुटून दोन अल्पके निघतात पण ती तज्जातीयच असतात; आणि याप्रमाणे ऊर्वाचा अणू मिळतो.

काही पदार्थ ह्या तिन्ही अवस्थातून आढळतात. याच उत्तम उदाहरण म्हणजे पाणी. त द्रव स्वरूपात असले म्हणजे त्यास पाणी, स्थाणू स्वरूपात बर्फ, आणि वायूरूपात वाफ, असे म्हणतात. असे अवस्थांतर झाले तरी त्यातील रासायनिक घटना सारखीच असते (H_2O). कागदामध्ये कोणती द्रव्ये आहेत किंवा कोणते दोष आहेत हे कळण्याकरता त्याची रासायनिक परीक्षा करावी लागते. कागद तयार करताना व नंतर त्याच्या परीक्षा करताना या पुस्तकात जे रसायनशास्त्रविषयक उल्लेख आले आहेत ते समजण्यास रासायनिक विक्रियाचे ज्ञान अवश्य आहे. याकरता थोडी त्रोटक माहिती देत आहे.

विद्रवण (solution) : पाण्यात किंवा तत्सम द्रवपदार्थात मीठ किंवा साखर यासारखा एखादा घन पदार्थ टाकला असता तो विरघळून त्या द्रवात मिसळून जातो. या प्रकारास विद्रवण असे म्हणतात. ज्या द्रवात घन द्रव्य विरघळवायचे त्यास विद्रावक म्हणतात, द्रवात विरघळणाऱ्या घन पदार्थास विद्राव्य म्हणतात, आणि या दोहोंच्या योगाने झालेल्या द्रवास विद्रव असे म्हणतात.

विद्रावकामध्ये विद्राव्य थोड्या प्रमाणात असले म्हणजे त्यांच्या विद्रवास विरळ विद्रव असे म्हणावे; व जास्त प्रमाणात असल्यास संहत विद्रव असे म्हणावे. विद्रावकात विद्राव्य जितके घालावे तितके विरघळतेच असे नाही. एका मर्यादेपेक्षा जास्त घातलेले विद्राव्य न विरघळता तसेच राहते. अशा प्रकारे विद्रावकात ते विरघळेनासे झाले म्हणज त्या विद्रवकास तृप्त विद्रव असे म्हणतात. विद्रावकात शेकडा जितके टक्के

विद्राव्य विरघळले तितके टक्के त्याची विद्रुती झाली असे समजतात. या विद्रुतीपेक्षा जेव्हा विद्रावकात कमी विद्राव्य असते तेव्हा त्या विद्रवास अतृप्त विद्रव म्हणतात.

उत्पादन : विद्रव उकळवला असता त्यातील विद्रावक वाफाळून निघून जाते आणि विद्राव्य तेवढे राहते. या क्रियेस उत्पादन म्हणावे. एखाद्या विद्रवात विद्राव्य किती आहे हे या प्रकाराने काढता येते. विद्रवाचे प्रथम वजन करावे व उत्पादनानंतर मागे राहिलेल्या विद्राव्याचे वजन करावे म्हणजे झाले.

उत्पादनामध्ये जे विद्रावक वाफाळून निघून जाते तेच जर पाहिजे असेल तर पकडून ठेवता येते. एका बंद भांड्यात विद्रव उकळवावा व त्याची वाफ नळीवाटे दुसऱ्या भांड्यात घ्यावी व तिथे ती थंड करावी म्हणजे विद्रावक पुन्हा द्रवरूपात मिळते.

सर्व द्रवांचे उकळण्याच्या वेळचे तपमान ठरलेले आहे. त्यास विप्लव बिंदू म्हणतात. पाण्याचा विप्लव बिंदु १००°आहे. मात्र हवेचा दाब कमी असल्यास हा थोडा कमी होतो. मुंबईस हवेचा दाब ७६ असतो. तिथे पाणी १००° C ला उकळते. तर ते पुण्यास ९८°C ला उकळते. कारण येथे हवेचा दाब ७२ असतो. द्रवात जर दुसरा एखादा पदार्थ मिसळला असेल तर विप्लव बिंदू कमीजास्त होतो. द्रव पदार्थ तापवल्यास जशी वाफ होऊन जाते, तसेच तो द्रव पदार्थ पुरेसा थंड करून त्याचे तपमान पुरेसे उतरवल्यास त्याला स्थाणू अवस्था येते. उदाहरणार्थ पाणी शून्य तपमानावर आणल्यास गोठते म्हणजे ते द्रव अवस्थेतून स्थाणू अवस्थेत येते. याच्या उलट स्थाणू पदार्थ पुरेसा तापवल्यास वितळतो. म्हणजे तो स्थाणू अवस्थेतून द्रवावस्थेत येतो. त्याचा विलय होतो.

मेणबत्ती ज्यावेळी जळते त्यावेळी तिच्यामधील अर्व (carbon) हवेतील ऊर्व वायूशी संयोग पावत असतो. आणि या दोहोपासून अर्वोर्वक वायु, कार्बन डाय आक्साईड (CO_2), बनत असतो. लोखंड उघड्या हवेत ठेवल्याने त्यावर गंज येतो. याचे कारण लोखंडाचा ऊर्ववायूशी संयोग होऊन त्याचेही ऊर्वक बनते. त्याचप्रमाणे तांबे काळे पडते, शिसे काळे पडते ते यामुळेच होय. या वायूच्या संयोगाने जे द्रव्य होते ते अगदी निराळेच असते. हवेतील उज्ज वायुशी (हैड्रोजन वायूशी) ऊर्ववायूचा संयोग झाल्यास त्याचे उज्जोर्वक (हैड्रोजन ऑक्साइड) तयार होते, उज्ज दोन भाग व ऊर्ववायू एक भाग असला तर त्यासच पाणी म्हणतात म्हणजे पाणी हे सुद्धा एक ऊर्वकच आहे.

हवेतील ऊर्व वायूच्या या धर्मावर रसायनशास्त्रातील बऱ्याच विक्रिया अवलंबून आहेत. लोहावरून पाण्याची वाफ जाऊ दिली तर पाण्यातील ऊर्ववायूचा लोहाशी संयोग होतो व उज्ज निराळा होतो.

लोह + पाणी = लोहोर्वक + उज्ज

उलट लोहोर्वक तापवून त्यावरून उज्ज जाऊ दिला तर लोह निराळे होते व उज्ज आणि ऊर्व यांचा संयोग होऊन पाणी बनते.

लोहोर्वक + उज्ज = लोह + पाणी

मात्र या विक्रिया करण्यास उष्णता दिली पाहिजे म्हणजे त्या सुलभ व लवकर होतात.

गंधिकाम्ल : गंधकाशी ऊर्ववायूचा संयोग होऊन गंधद्विधोर्वक नावाचा वायू तयार होतो. या वायूमध्ये पाणी घातले असता एक आम्ल तयार होते. त्याचे नाव गांधिताम्ल.

$$S \quad O_2 \quad SO_2$$
गंधक + ऊर्ववायू = गंधद्विधोर्वक

$SO_2 + H_2O$ (पाणी) $= H_2SO_3$ (गांधिताम्ल)

हे गांधिताम्ल बरेच दिवस उघड्यावर ठेवले म्हणजे त्यात हवेतील ऊर्ववायूचा भाग मिसळून गंधिकाम्ल तयार होते.

$H_2SO_3 + O = H_2SO_4$ (गंधिकाम्ल)

गंधिकाम्ल दुसऱ्या एकाद्या धातूवर टाकले असता बहुधा तो त्यात विरतो आणि गंधिकाम्लातील SO_4 हा भाग फटून त्या धातूशी संयुक्त होतो; व उज्ज वायू (H_2) निराळा निवतो. धातूच्या एवजी धातूचे ऊर्वक घेतल्यास उज्ज आणि ऊर्व यांचा संयोग होऊन पाणी बनते. जसे :

ZnO (झिंक ऑक्साइड) $+ H_2SO_4 = ZnSO_4 + H_2O$

सोऱ्यांत ($NaNO_3$) गंधिकाम्ल घातले असता सोऱ्यातील सामुद्रंशी गंधिकाम्लातील गंधक मिळून त्याचे सामुद्रगंधिक तयार होते; आणि याशिवाय एक आम्ल तयार होते. त्याचेच नाव नत्रीय आम्ल. ही विक्रिया अशी :

$$NaNO_3 + H_2SO_4 = NaHSO_4 + HNO_3$$

अमोद : अमोद वायू हा उज्ज व नत्र ह्या दोन वायूंचा संयोग आहे. चुना व नवसागर यांच्यापासून हा तयार करता येतो.

$2NH_4Cl_2$ (नवसागर) $+ Ca(OH)_2$ (चुना)

$= 2NH_4 + Cl_2 + Ca + (OH)_2$

$= CaCl_2 + 2(NH_4)OH$

$= CaCl_2 + 2H_2O + NH_3$ (अमोद)

अमोदात उज्जाचा अणू मिळाला, तर अमोदीन नावाचे दल तयार होते (NH_4). व याचा 'हर' यासारख्या द्रव्याशी संयोग होतो.

तुरटी : या द्रव्यामध्ये आश्मगंधिक, पालाशगंधिक आणि पाणी ही द्रव्ये असतात.
तुरटी $= Al_2(SO_4)_3$ (आश्मगंधिक) $+ K_2SO_4$ (पालाशगंधिक) $+ 24H_2O$ (पाणी)

विरंजन चूर्ण : चुन्यावर हरवायू सोडला म्हणजे त्यांच्या संयोगाने एक द्रव्य तयार होते त्याचे नाव विरंजन चूर्ण किंवा ब्लीचिंग पावडर होय. नुसत्या हरवायूनेही रंग निघतो. कागदाच्या लगद्याचे रंगहरण करण्यास हा उपयोगी असतो. परंतु तो सांभाळणे कठीण म्हणून खटोर्वक व हर यांच्या संयोगाने तयार झालेले विरंजन चूर्ण वापरतात.

विरंजन चूर्ण = खट + ऊर्ववायू + हरवायू

$$CaOCl_2 = Ca + O + Cl_2$$

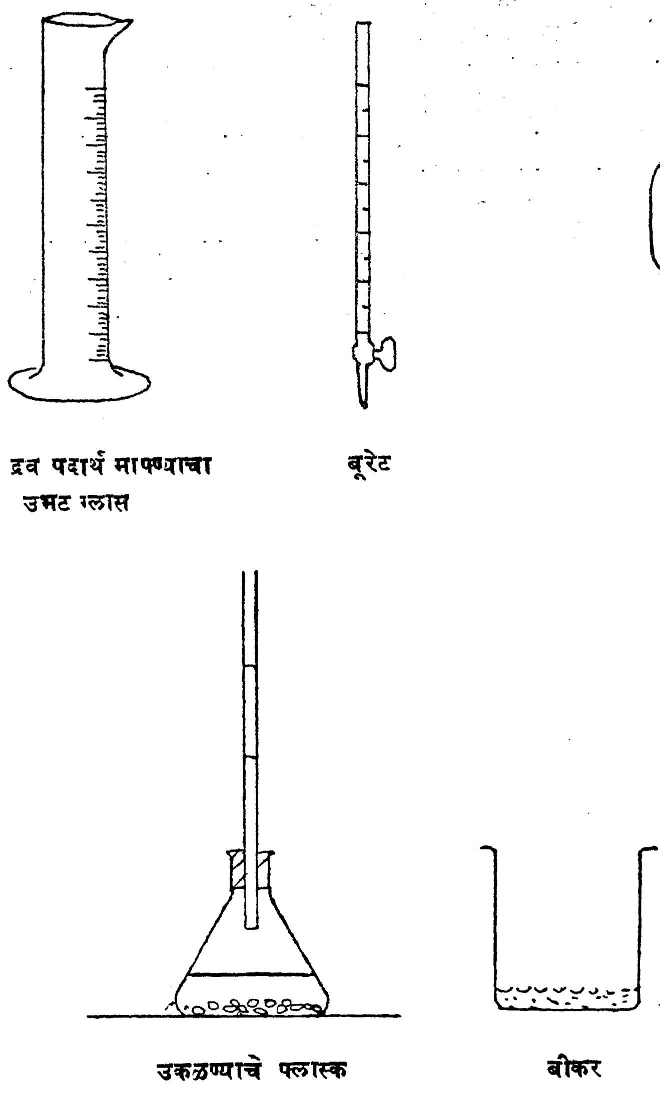
विरंजन चूर्णातून हरवायू वेगळा करण्यासाठी त्यावर एखादे आम्ल ओतावे लागते.

$$CaO\,Cl_2 + 2\,HCl = CaCl_2 + H_2O + Cl_2$$

हरवायू पाण्यात मिसळतो व विरतो. विद्रव पिवळे असते. ते प्रकाशात ठेवल्यास त्यातून ऊर्वाचे बुडबुडे निघतात आणि शेवटी हराम्ल फक्त उरते.

$$2Cl_2 + 2H_2O = 4HCl + O_2$$

ज्या द्रव्यांचा रंग हरवायूने जातो ती आर्वण द्रव्येच असतात. हर आणि उदक यांच्या योगाने ती ऊर्वसंयोग पावतात म्हणजे त्यांची ऊर्वके (ऑक्साइड्स्) होतात. ही रंगहीन असल्यामुळे या क्रियेचा आपणास रंगहरणाच्या कामी उपयोग होतो.

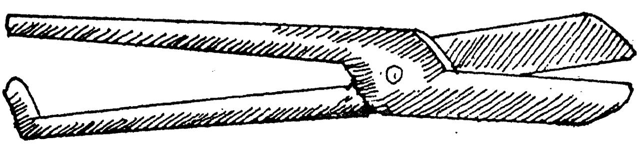


आ. ८७ रासायनिक प्रक्रियेत वापरली जाणारी उपकरणे

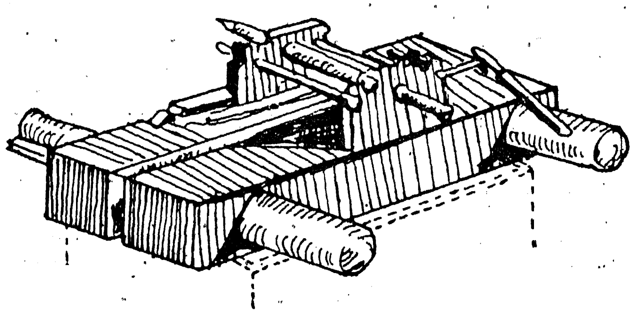
१६

कागदाची कापणी

हात कागद थोड्या प्रमाणात बनत असे तेंव्हा तो कापून घेण्यास साधी कातर पुरत असे. पण त्यात वेळ फार जाई आणि कागद बरोबर कापला जात नसे. कातरीने जास्त कागद कापले तर कापताना शेवटी खालचे कागद जास्त रुंद कापले जातात हा आपला अनुभव आहे. जास्त प्रमाणात कागद कापण्यासाठी प्रथम जे यंत्र बनवण्यात



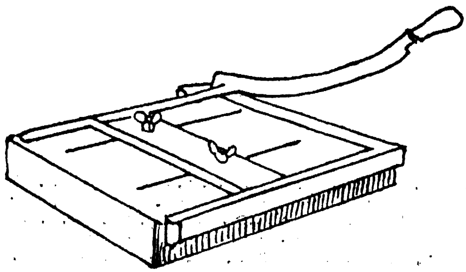
आ. ८८ कैंची



आ. ८९ शिकंद्या

आले त्याला शिकंद्या म्हणतात. या यंत्रात पिन घालून बसवलेल्या दोन पळचात कागद पकडून ठेवतात आणि वरचा रंधा मागे पुढे करून त्यातील सुरीने कागदाच्या कडा कापता येतात. पण या यंत्रात कागदाचे तुकडे करता येत नाहीत.

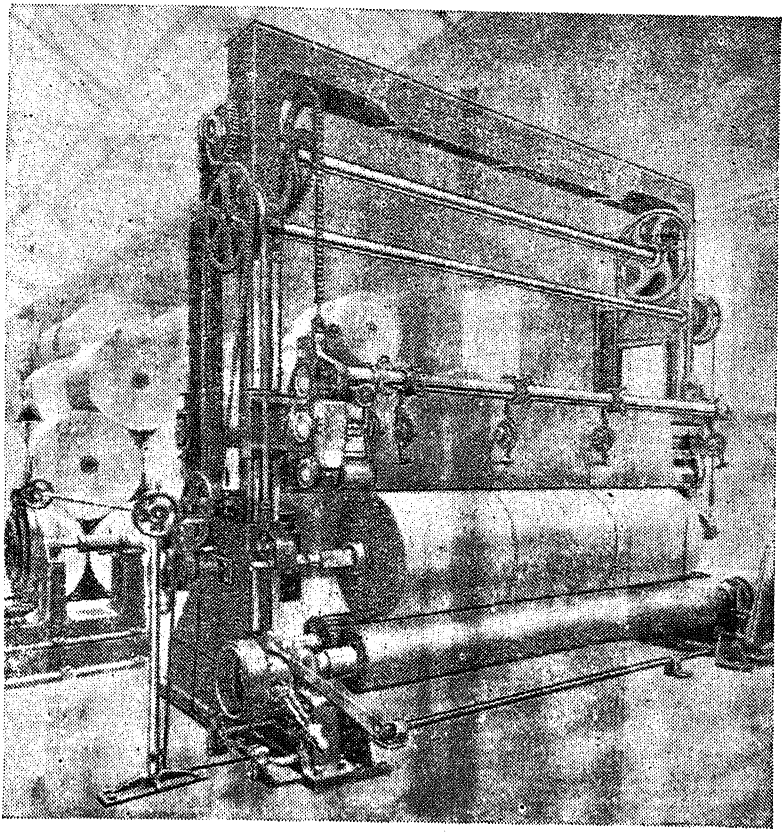
अजूनही हात बांधणी करणारे लहान बाइंडर पुस्तकाच्या कडा कापण्यासाठी शिकंद्याचा वापर करतात. जाड कागदाचे तुकडे करण्यासाठी आणि कडा कापण्यासाठी सेफ्टी रेझरचे पाते लावलेले किंवा तत्सम चाकू वापरले जातात. हाताने सुरीखाली पुठ्ठे कापणारी पुठ्ठे कापणी यंत्रे (board cutter) आजही मोठ्या संख्येत उपयोगात आहेत. त्याचा आठ दहा कागदाचे एकदम तुकडे करण्यासाठी ही उपयोग होतो.



आ. ९० मेटल कटर, स्ट्रॉ बोर्ड कटर

अशा प्रकारची लहान यंत्रे फोटोग्राफर, फ्रेममेकर वापरतात. त्यांना माउटकटर असे नाव आहे. या यंत्रावर इंच पट्टी लावलेली असते. त्या योगे जरूर त्या लांबी रुंदीत बरोबर कापता येते. ही कापणी यंत्रे कागद गिरणीत किंवा मोठ्या छापखान्यात उपयोगी पडत नाहीत.

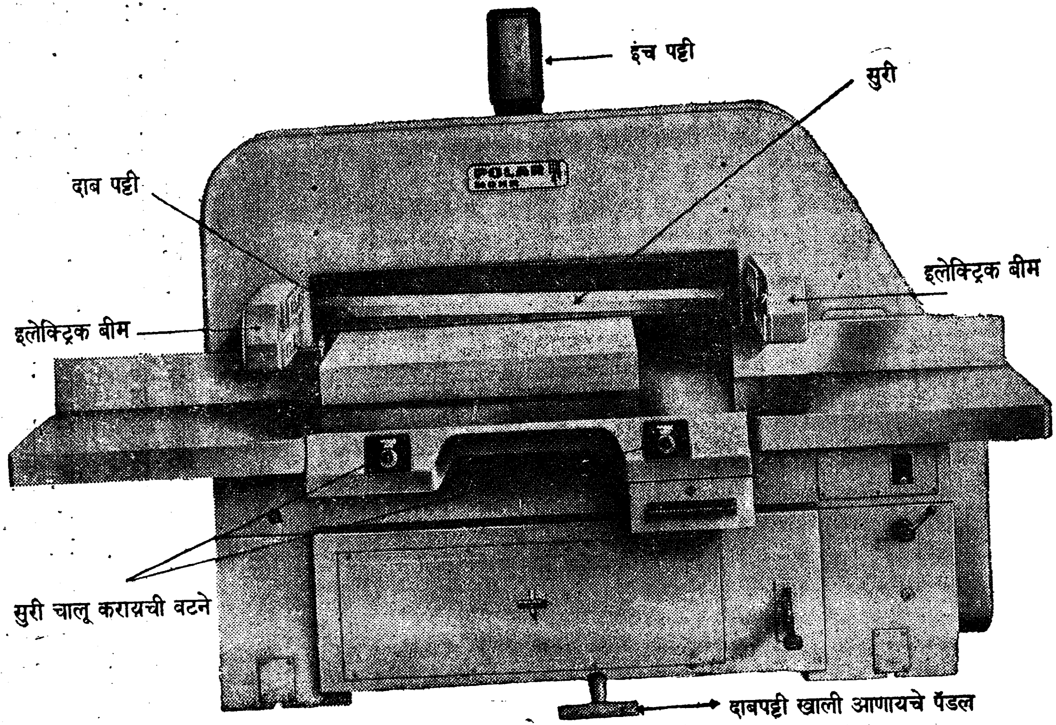
गिरणीमध्ये कागद गुंडाळच्यांच्या रूपात तयार होतो. त्याची उलगडून रीळे बनवणे आणि त्या रीळातून कागदाचे तुकडे कापून घेणे ही कामे विजेवर चालणारी यंत्रे करतात. ७० ते २२० इंच लांबीचे गुंडाळे स्लिटींग रीवाइंडिंग (आकृती ९१) यंत्रावर लाऊन त्याची कमी रुंदीची रीळे बनवण्यात येतात. अशी रीळे कागदाच्या छोटया परीघाच्या नळकांड्यावर गुंडाळतात. कागदी नळकांड्यातून स्टील दांडा घालून, त्यावर ती घट्ट करून रोटरी यंत्रावर लावतात. (असे रीळ पान ५८ आकृती ३८ मध्ये दाखवले आहे.) छोटी रीळे कापून कागदाची लंब चौकोनी पाने (sheets) करण्याचे काम रोटरीकटर यंत्रावर होते. एका वेळी पाच ते आठ रीळे उलगडून, कागदाचे पदर एकत्र, एकदम सुलोटावर बसवलेल्या सुरीने कापले जातात. पाच रीळे कापताना सुलोटाचे १०० फेरे झाले की ५०० कागद होतात, त्यावर खूण घालण्याची सोय केली तर कागद पुन्हा मोजावे लागू न येत. कागद तिरपे कापण्या-



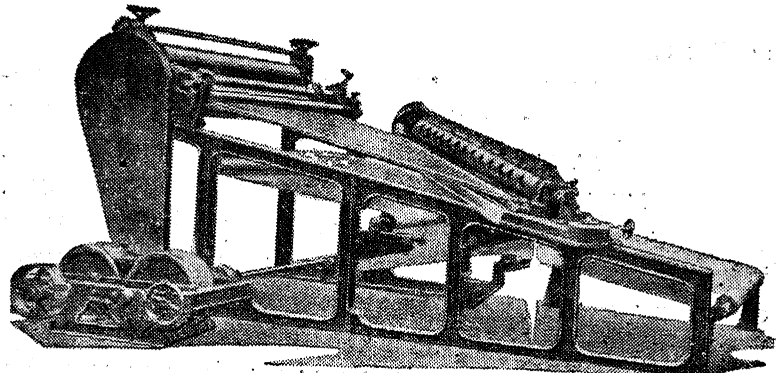
आ. ९१ गुंडाळयातून छोटी रिळे कापण्याचे यंत्र

साठी स्वयंचलित अँगल कटर उपलब्ध आहेत. (आ. ९२) पाहिजे त्या कोनात कागद कापता येतात. मोठ्या प्रमाणात लिफाफे तयार करणाऱ्यांना असे विशिष्ट कोनात कापलेले कागद लागतात.

गुंडाळयातून कापून पाहिजे त्या रुंदीची रीळे बनवणे, कागदाचे आकारात तुकडे करणे, ते मोजून छाट मारणे, फाटके कागद काढून टाकणे आणि रीमे बांधणे, ही कामे करणारे एक स्वतंत्र खातेच कागद गिरणीत असते. त्याला सफाई खाते (finishing department) असे म्हणतात. याची माहिती प्रकरण ६ मध्ये दिली आहे. रोटरी यंत्रासाठी कापून बांधण्यात येणाऱ्या रीळाचे चित्र पान ५६ आकृती ३६ मध्ये दिले आहे. पान ५७ वर छाट मारण्याचा (guillotine trimmed) उल्लेख



आ. ९३ आधुनिक कापणी यंत्र



आ. ९२ कागद तिरपा कापण्याचे यंत्र

केला आहे. कागद बरोबर काटकोनात कापला जावा, कडा सरळ स्वच्छ असाव्यात म्हणून या यंत्राच्या रचनेची आणि कामगिरीची माहिती करून घेणे अवश्य आहे.

गिलोटीन यंत्राचा उगम

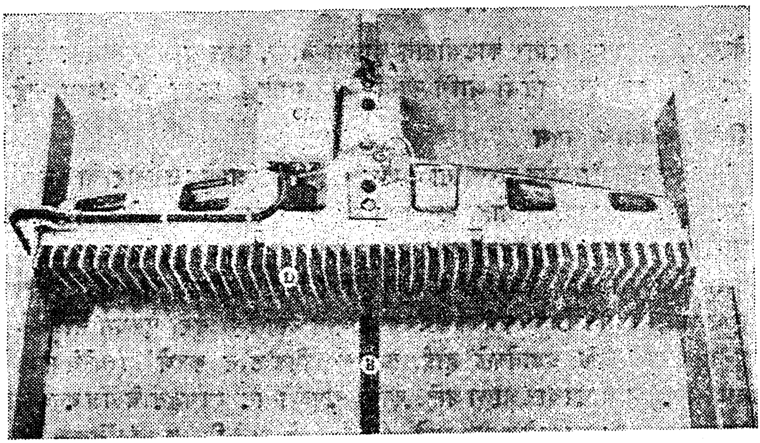
गुन्हेगाराचा शिरच्छेद करण्यासाठी मांग, खड्गाचा (आखुड तलवारीचा) उपयोग करत हे आपणास माहीत आहे. सतराव्या शतकात युरोप मध्ये, डोके उडवण्यासाठी एक वेगळाच प्रकार उपयोगात आला होता. फ्रेंच राज्यक्रान्तीच्या वेळी राजाराणींची डोकी उडवण्यासाठी गिलोटीन यंत्राचा वापर झाला होता. अपराधी व्यक्तीस एका फळीवर डोके ठेवून उभे करत. वर दोरीने टांगलेली सुरी एकदम सोडून देत. एका घावात डोके धडावेगळे होई. त्यावरून 'गिलोटीन करणे' (त्वरेने संपवणे, बाद करणे) हा वाक्प्रचार आला आहे. कागद कापण्यासाठी या पद्धतीचे यंत्र बनवण्यात आले. त्याला गिलोटीन हेच नाव आहे. १८४२ मध्ये जॉर्ज विल्सन या मँचेस्टर येथील यंत्रज्ञाने अशा पद्धतीचे कापणी यंत्र प्रथम बनवले.

गिलोटीन यंत्राच्या लोखंडी पाट्यावर कागदाची बिट्टी ठेवायची, स्क्रू फिरवून दाबपट्टी खाली आणून ती घट्ट पकडून ठेवायची (hand clamping) आणि बाजूचे चाक फिरवून सुरी खाली आणून कागद कापायचे, हे या यंत्राचे पहिले रूप. प्रथम सुरी सरळ खाली आणण्याची यंत्रणा होती. नंतर ती खाली येताना डाव्या बाजूस सरकत येईल अशी व्यवस्था करण्यात आली. दाबपट्टी खाली आणून कागदाची बिट्टी घट्ट पकडणे आणि सुरी खाली आणून कागद कापणे, या क्रिया पट्ट्याने यंत्राचे चाक फिरवून करायची सुधारणा नंतरची. विजेच्या शोधानंतर यंत्र फिरवण्याचे काम इलेक्ट्रीक मोटरकडे सोपवण्यात आले. अशा प्रकारची यंत्रे आज सर्व छापखान्या-तून उपयोगात आहेत. ती आता भारतातही बनतात. त्यामुळे बेचाळीस इंचापेक्षा लहान यंत्रे आयात करण्यावर बंदी घालण्यात आली आहे.

आधुनिक कापणी यंत्र

गेल्या ५० वर्षात या यंत्राच्या रचनेत फरक होत आला आहे. सुरुवातीची कापणी-यंत्रे धोक्याची होती. कागदाची बिट्टी यंत्रात सरकवताना क्लच सुटून सुरी खाली येण्याची शक्यता असे. आणि यंत्र चालकाचा हात किंवा बोटे तुटण्याची भीती होती. असे अनेक अपघात झाल्यावर यंत्रावर गार्ड बसवण्याची सक्ती करण्यात आली. दोन तरफात धरलेल्या लोखंडी नळचा सुरी खाली येण्यापूर्वी पुढे येण्याची व्यवस्था केली. कामगारांना हा अडथळा आवडत नाही, ते हा भाग काढून टाकतात, असा अनुभव आला. त्यात आता सुधारणा करण्यात आली आहे.

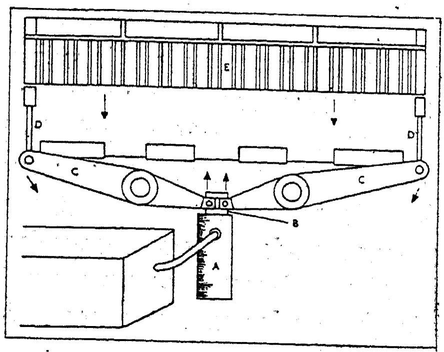
आधुनिक कापणी यंत्राचे चित्र आकृती ९३ मध्ये दिले आहे. कागदाची बिट्टी पुढे मागे करण्यासाठी इलेक्ट्रीक बटन असते. ते दाबून बिट्टी योग्य जागी आणता येते.



आ. ९४ कागद कापणी यंत्राची मागची मांडणी

ती किती इंचावर आहे ते इंच पट्टीवर दिसते. इंच पट्टी पूर्वीही होती. पण ती वरील खणा पाहण्यास कित्येक वेळा पुढे वाकावे लागे. आता या इंच पट्टीवर बहिर्गोल काच बसवलेली असते. आत दिवा असतो. त्यामुळे खुणा मोठ्या व स्पष्ट दिसतात. ०.०५ मि.मी. इतक्या सूक्ष्म अंतराने बिट्टी हालवता येते. मोठ्या आकाराची बिट्टी उचलून लोखंडी पाट्यावर ठेवणे तिच्या वजनामुळे कष्टाचे असते. जड बिट्टी हाताने मांडणीला लावताना खालचे कागद दुमडतात, चुरतात. आधुनिक यंत्रात एक सुविधा करण्यात आली आहे. पट्यावरील छिद्रात मुगाच्या आकाराच्या पोलादी गोळ्या, स्प्रिंगवर बसवलेल्या असतात. त्यावर बिट्टीचे वजन पडले म्हणजे खालून हवा वर येते. आणि बिट्टीखाली हवेची उशीच तयार होते आणि वजनदार बिट्टी अगदी सहजपणे हाताळता येते. यंत्राच्या एका बाजूस कापायच्या कागदाची घडवंची आणून उभी करता येते.

ती वरील बिट्टी आपोआप लोखंडी पाटयाच्या पातळीवर येते. उचलून ती पाटयावर घेतली की घडवची उंच होऊन दुसरी बिट्टी पाटयाच्या पातळीवर येते. कापलेली बिट्टी दुसऱ्या बाजूच्या घडवंचीवर सहज सरकवता येते आणि ती घडवंची खाली जाऊन पुन्हा दुसऱ्या बिट्टीचा स्वीकार करण्यासाठी खाली जाऊन पाटयांची पातळी गाठते.



आ. ९५ हैड्रॉलिक दाब पट्टी

कागद कापताना बिट्टी दाबून ठवण्यासाठी पूर्वी यांत्रिक सोय करण्यात येई. मोठया यंत्रावर या व्यवस्थेत कागदाची बिट्टी सरकण्याचा धोका असे. आधुनिक यंत्रात दाबपट्टी हैड्रालीक दाबाने खाली आणण्याची व्यवस्था केलेली आहे. (आ. ९५)

कापणी यंत्र चालू करताना दोन्ही हात गुंतलेले राहावे अशी व्यवस्था करण्यांत आली आहे. दोन बाजूस असलले दोन्ही बटने एकावेळी दाबल्याशिवाय सुरी खाली येत नाही. दुय्यम यंत्रचालक जवळ असला आणि त्याने बिट्टीवर हात घातला तर यंत्र बंद व्हावे म्हणून दोन्ही बाजूस डोळे बसवलेले असतात. त्यांतून जाणाऱ्या प्रकाश किरणात अडथळा येताच विजेचा प्रवाह बंद होऊन यंत्र बंद होते. (आ. ९३ पहा) गिलोटीन यंत्रात दोन्ही बाजूला दोन उभ्या मजबूत फ्रेम असतात. त्यात मध्ये खाच असून सुरी आणि दाबपट्टी बसवलेल्या असतात. या फ्रेमनाच लोखंडी पाटा जोडलला असतो. पाटयावर दाब पट्टी ९०° कोन करून बसते. पाटयाला मागे, खालून आधार दिलेला असतो. मागेपुढे होणारी मागची मांडणी पाटयावरील एक दोन किंवा तीन खोबणीत बसवलला असते. अशा की बिट्टी मागे मांडणीस दाबली तरी ती हालत नाही की वाकडी होत नाही. (आकृती ९७ पहा)

कागदाला दोन बाजू असतात हे आपण मागे पाहिले आहे. कागदाच्या बलकाचा थर जाळी वरून पुढे सरकताना जाळीला लागून असलेली ती जाळी-बाजू (wire side) आणि वरची डँडी रूळाला चिकटणारी ती बनात-बाजू (felt side). या दोन्ही

बाजूंच्या मुद्रणक्षमतेत फरक असतो. त्यावर एकाच शाईने छापले तरी रंगांच्या गडदपणात सूक्ष्म फरक पडतो. कागद कापताना जाळी बाजूस थोडी वर (burr) येते. स्वयंचलित मुद्रण यंत्रातील कागद लावण्याच्या व्यवस्थमध्ये (automatic (feeders कागद लाकडी तक्त्यावरून टेपखाली सरकत पुढे नेला जातो आणि बाजूच्या मांडणीकडे (side lay) ओढला जातो. तेव्हा या बर मुळे तो अडकण्याचा, वाकडा होण्याच्या संभव असतो. म्हणून कागद कापताना जाळी-बाजू वर ठेऊन कापावा आणि स्वयंचलित यंत्रावर प्रथम जाळी-बाजू खाली ठेऊन लावावा.

गिरणीत रोटरी यंत्रावर कागद कापताना चौरसपणात थोडा फरक असणे शक्य असते. क्वचित कोपरे बरोबर काटकोनात नसतात. त्यामुळे अनेकरंगी छपाईत रजिस्टर चुकते. यासाठी स्वयंचलित यंत्रावर लावायचा कागदास छाट मारून घेणे अवश्य असते. छाट मारलेली रीमे पुरवण्यास आपल्या कडील गिरण्या नाखूष असतात. हे काम मग मुद्रणालयात करावे लागते. प्रस्तुत पुस्तक प्रामुख्याने मुद्रकाना पुढे ठेऊनच लिहिले असल्यामुळे आणि व्यवस्थित कापणीवर कामाचा दर्जा अवलंबून असल्यामुळे, कापणी यंत्राचे इथे वर्णन केले आहे. कापणीत कसे दोष उपस्थित होतात त्याचे निवारण कसे करावे ते पाहू.

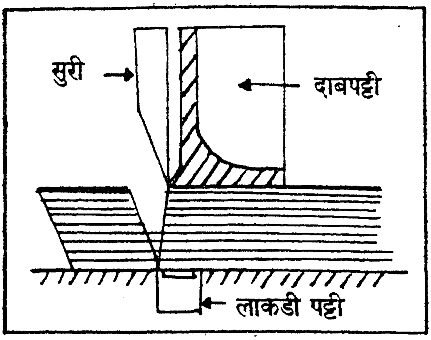
कागदाच्या कापणीत साधारणपणे खालील दोष संभवतात :

१) बिट्टीतील खालचे कागद लांब कापणे (over cut) आ. ९६ अ.
२) बिट्टीतील वरचे कागद लांब कापणे (under cut) आ. ९६ आ.
३) बिट्टीतील मधले कागद तोकडे कापणे जाणे आ. ९७ अ.
४) कागदाची कापलेली कडा अंतर्गोल असणे (hollow cut) आ. ९७ आ.
५) कागदाची कापलेली कडा बहिर्गोल (bow cut) आ. ९७ आ.
६) कागद काटकोनात कापले न जाणे (out of square cut)
७) वरचे कागद पुढे ओढले जाणे आणि तोकडे पडणे
८) कागदाच्या कापलेल्या बाजूवर वर येणे

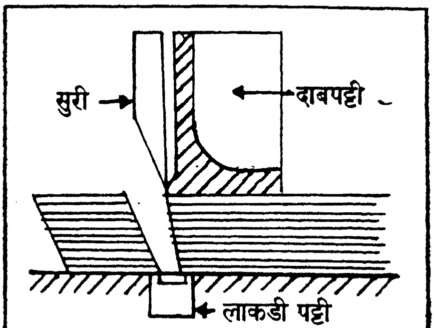
सुरी बरोबर न बसणे, अयोग्य धार लावलेली असणे, असमान कागद किंवा यंत्रातच दोष असणे; यामुळे कागद कापणीत दोष उत्पन्न होतात. दोष निश्चित करून आणि त्याची कारणे शोधून काढल्याशिवाय सुधारणा करणे शक्य नसते.

१) कापलेल्या बिट्टीत खालचे कागद वरच्या कागदांपेक्षा लांब असले तर त्याना ओव्हरकट असे म्हणतात. सुरीला मागच्या बाजूस बहिर्गोल बाक असल्याने अगर सुरीच्या धारेमागे बेव्हेल असणे या दोषामुळे ओव्हरकट होतो. सुरीच्या वरच्या बाजूस अगर मागील बाजूस वर किंवा कचरा असला तर ती दाबपट्टीशी समांतर राहत नाही, धारेची बाजू पुढे येते. यामुळेही ओव्हरकट होतो. सुरी

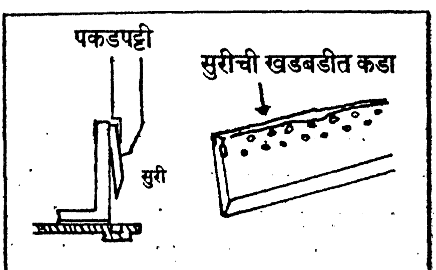
बोथट असली किंवा धारेचा कोन २२ अंशाहून जास्त असला तर वरचे कागद कापण्या ऐवजी पुढे सरकून फाटतात, हाही ओव्हरकट होय. धारेचा कोन फार कमी असला तरही ओव्हरकट होतो. सुरीला योग्य कोनात धार लावणे हा यावर उपाय.



आकृती अ : खालचे कागद मोठे कापले जाणे, बोथट (blunt) सुरी, मागची मांडणी असमान किंवा बिट्टीवर जादा दाब यामुळे हा दोष उद्‌भवतो.

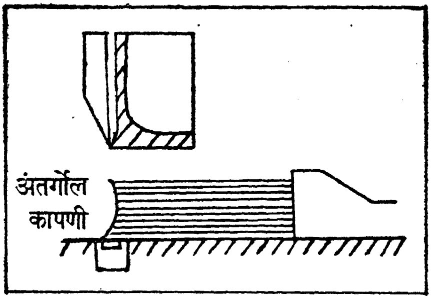


आकृती आ : खालचे कागद आखुड कापले जाणे, सुरी वाकडी बसवणे, सुरीची वरची बाजू खडबडीत वा तिथे कचरा, ग्रीस असणे, सुरीला २० अंशा पेक्षा कमी बेव्हेल असण्यामुळे हा दोष उद्‌भवतो.

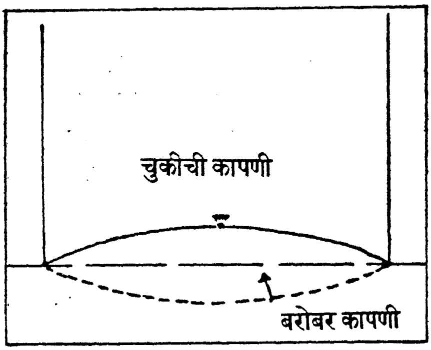


आकृती इ : सुरी वाकडी बसणे किंवा सुरीच्या मागचा खडबडीतपणा या आकृतीत दाखवला आहे.

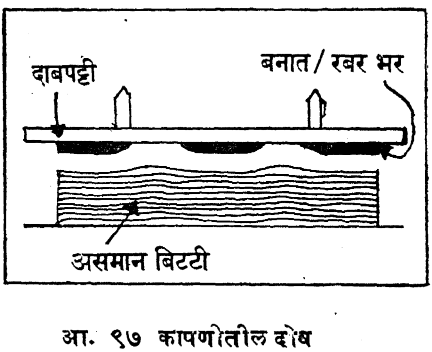
आ. ९६ कापणीतील दोष



आकृती अ : वरचे कागद पुढे, मधले तोकडे, खालचे पुढे कापले जाणे, अपुरा दाब किंवा पातळ सुरी, यामुळे हा दोष उद्‌भवतो. दाब बरोबर करूनही दोष न निघाल्यास सुरी बदलली पाहिजे.



आकृती आ : कागद आत वा बाहेर धनुष्याकृती कापला जाणे. अपुरा दाब, पातळ बेव्हेल यांमुळे हा दोष उद्‌भवतो. दाब बरोबर करूनही दोष निघाला नाही तर सुरी बदलली पाहिजे.



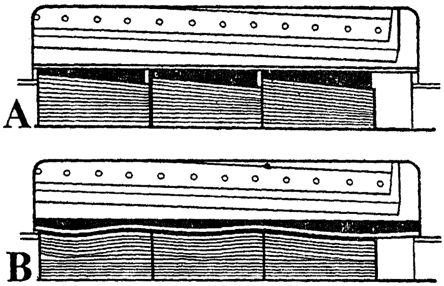
आकृती इ : कादाच्या बिट्टीची असमान उंची. त्यामुळे कागद चुकीचा कापला जातो. सखल जागी योग्य दाब देण्यासाठी दाब पट्टीखाली भर घालणे.
(आ. ९८ पहा)

आ. ९७ कापणीतील दोष

२. कागद कापल्यानंतर वरचे कागद खालच्या पेक्षा लांब असले तर अंडर कट म्हणतात. बव्हशी जाड कार्ड आणि बोर्ड कापताना हा दोष उद्‌भवतो. सुरीच्या धारेची बाजू मागे असणे हे एक कारण आहे. असे असले तर सुरी काढून साफ करून पुन्हा बसवली पाहिजे. सुरीच्या धारेचा कोन फार कमी असला तर सुरी खाली येताना मागे जाते. परिणाम वर सारखाच. यावर उपाय म्हणजे सुरीला पुन्हा योग्य कोनात धार लावणे.

३. कापणीतील मधले कागद तोकडे कापले जाऊ शकतात. कमी कोनात धार असलेल्या (fine-bevel) सुरीने जाड कार्ड कापताना अंदर्गोल कापणी होते. सुरीला २२° कोनात धार लावणे हा त्यावरील उपाय.

४. धनुष्याकृती कडा कापणे हा दोष बिट्टीच्या असमान उंचीमुळे उद्‌भवतो. दाब पट्टी खाली आणून बिट्टी मध्ये चाकूचे पाते घुसवून पाहिल्याने बिट्टीची असमानता पाहता येते. बिट्टीच्या ढिल्या भागात रद्दी कागदाची भर घालून असमानता काढून टाकता येते.



आ. ९८ असमान कागदाच्या बिट्ट्यांना भर

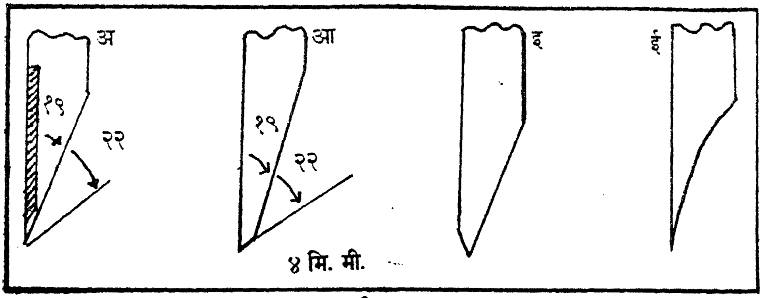
६. कागद काटकोनात कापले न जाण्याचे कारण कागदाची किंवा तक्यांची कमी अधिक जाडी असू शकते. मागची मांडणी सरळ नसणे, पकडीत ती बरोबर बसलेली नसणे, कापायची बाजू आर्द्रतेमुळे लाटेसारखी वरखाली असणे, सुरीची धार फार कमी कोनात असणे ह्यामुळे हा दोष उद्‌भवतो. सुरीला २२° कोनात धार लाऊन घेतल्याने हा दोष नाहीसा करता येईल.

७. बिट्टीवरचे थोडे कागद सुरीला स्पर्श करताना पुढे ओढले गेल्याने तोकडे कापले जातात. हा दोष अपुऱ्या दाबामुळे आणि सुरी बोथट असल्यामुळे उद्‌भवतो. दाब बरोबर करून घेणे आणि सुरीला धार लाऊन घेणे हा यावर उपाय आहे.

८. कापलेल्या बाजूस उभ्या, तिरक्या रेघा येणे हा दोष सुरीचे पाते धारेच्या बाजूस सरळ स्वच्छ नसणे, त्यावर खाचा असणे ह्याने उत्पन्न होतो. बिट्टीच्या तोंडावर कठीण गाठी किंवा धातूचे कण आल्याने सुरीची धार खराब होते. तिला परत धार लावली पाहिजे.

वरील विवेचनावरून पुष्कळसे दोष सुरीला योग्य कोनात धार न लावल्याने आणि ती बोथट झाल्याने उत्पन्न होतात असे दिसून येईल. आकृती ९९ मध्ये सुरीच्या धारेचे कोन आणि धारेच्या मागच्या बाजूस आलेले बेव्हेल दाखवले आहे.

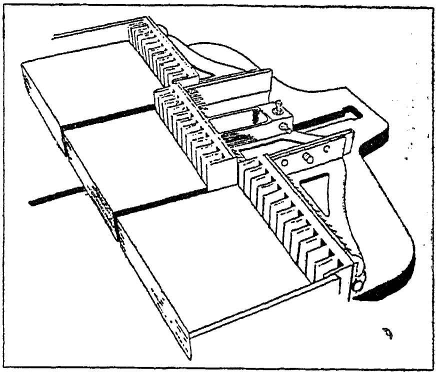
सुरीच्या बनावटीत (आ. ९९ अ) मागे धातू कापण्याचे कठीण पोलाद (रेघांनी दाखवलेले) साध्या पोलादात (पांढरा भाग) बसवलेले आहे. अशा सुरीस २२ अंशापेक्षा जास्त कोनात धार लावली पाहिजे. त्यामुळे कठीण पोलादी पात्यास भक्कम आधार मिळतो आणि स्वच्छ कापणी होते. अशा सुरी मुळे कित्येकदा कापून काढलेला भाग सुरीपासून पुढे सरकत नाही, चिकटून राहतो. ही उणीव सुरीला धारेशी (४ मि. मी) जास्त कोनात धार लावल्याने (आ. ९९ आ पहा) नाहीशी होते.



आ. ९९ सुरीची धार

आकृती ९९ इ मध्ये सुरीला मागच्या बाजूने बेव्हेल आल्याचे दिसेल. सुरी बरोबर बसवलेली नसेल तर हा दोष येतो. आकृती ९९ ई मध्ये सुरीचे अंतर्गोल बेव्हेल दिसेल. पूर्वी मोठ्या एमरी चाकाने धार लावण्याची यंत्रे वापरत तेव्हा अशी धार येई. आता बरोबर सरळ धार लावणारी यंत्रे निघाल्यामुळे हा दोष नाहीसा झाला आहे. बोथट सुरीमुळे (१) बिट्टीतील वरचे कागद पुढे खाली दुमडणे (२) कडांवर सुरी घासल्यामुळे करडा रंग येणे (३) पाने चिकटणे (४) कडांना भूस येणे (५) कडांवर चुनी पडणे (६) कडा फाटणे (ruptured) (७) कडा अचूक कापल्या न जाणे; हे दोष उद्‌भवतात. अशी सुरी चालवून घेणे योग्य तर नसतेच, पण तिने कापलेली रीमे पाने सोडवून घेण्यात, भूस काढून टाकण्यात, वेळ जातो, स्वयंचलित यंत्रावर कागद खराब होतो, यंत्र थांबवावे लागते. परिणाम उत्पादनात घट होते. धार लावणे लांबणीवर टाकणे तोटयाचेच ठरते.

पुस्तकाच्या बाबतीत तीन वेळा कापावे लागते. त्यासाठी त्रिसुरी कापणीयंत्र उपलब्ध आहेत. परंतु ती मध्यम आकाराच्या ग्रंथ मुद्रणालयांनाही परवडणारी नाहीत. यासाठी गिलोटीन यंत्रावरच एकाच वेळी तीन आकारात कापणारी यंत्रे निघाली आहेत. यंत्राच्या मागच्या मांडणीचे तीन भाग केलेले असतात. ते वेगवेगळ्या अंतरावर पक्के करून ठेऊन पहिल्या भागात पुढची बाजू, दुसऱ्यात खाली बाजू



आ. १०० कागद एकाचवेळी तीन आकारात कापणारी मागची मांडणी

आणि तिसऱ्यात डोक्याची बाजू एकाच वेळी कापता येते. प्रत्येक कापणीनंतर शेवटची चवड काढून मागच्या चवडी पुढे घ्यायच्या आणि पहिल्या भागात नवीन चवड घालायची यामुळे उत्पादन दुप्पट होते असा अनुभव आहे.

१७

उपसंहार

कागद निर्मिती संशोधन

कागद निर्मितीच्या बाबतीत संशोधन करण्यासाठी आपल्या देशात डेहराडून येथे पेपर रीसर्च इन्स्टिटयूट स्थापन करण्यात आली आहे. पूर्वी आपल्याकडे रद्दी कागद, चिन्ध्या आणि गवत यांचाच कच्चा माल म्हणून वापर करण्यात येत असे. भारतात हिमालयाच्या उतारावर सूचिपर्ण वृक्षांची जंगले आहेत. पाश्चिमात्य देशात सूचिपर्ण वृक्षांपासूनच कागद बनवण्यात येतो. भारतात मात्र या कच्च्या मालाचा उपयोग होऊ शकला नाही कारण हिमालयातील या वृक्षांचे ओंडके खाली आणणे अतीकठीण काम आहे. यासाठी या वृक्षांच्या ओंडक्यांपासून बलकाचे तक्ते बनवण्याचे कारखाने उंच पातळीवर काढणे इष्ट ठरेल. कारण बलकाचे तक्ते खाली वाहून आणणे सोपे असते. असा प्रयत्न आता होत आहे. ऑस्ट्रेलियादी देशातून सदापर्णी वृक्षापासून, विशेषत: नीलगिरी वृक्षापासून, कागद करण्यात येतो. हे वृक्ष त्वरेने वाढतात. नीलगिरी वृक्ष पूर्वी कूर्ग प्रान्तात वाढत. आता त्यांची लागवड कागदगिरण्या करू लागल्या आहेत. मुंबई-पुणे मार्गावर ठाण्यापुढे नीलगिरी वृक्षांची लागवड करण्यात आली आहे. मध्यप्रदेशात अमलाई पेपरमीलच्या जवळपासही नीलगिरी वृक्षांची लागवड करण्यात आली आहे.

मऊ लाकडा पासून कागद (वृत्तकागद) बनवण्याचा कारखाना भारतशासनाने नेपानगर येथे स्थापन केला आहे. सलाई लाकडापासून हा कागद बनतो. वृत्तकागद स्वस्त असला पाहिजे. त्याच्या बनावटीत रंगहरणक्रियेसाठी जास्त खर्च करता येत नाही. नेपानगर येथे असलेल्या एकमेव कारखान्यात सध्या वृत्तकागद बनतो. तो पिवळा असतो. वृत्तपत्रे केवळ नाईलाज म्हणून तो वापरतात.

नवा कच्चा माल : बाम्बू

भारतात बाम्बू विपूल आहे. त्याची वाढही त्वरित होते. आज भारतातील बहुतेक सर्व कागदगिरण्या बाम्बूचाच कच्चामाल म्हणून वापर करतात. त्यांत थोड्या प्रमाणात मऊ लाकूड वापरण्यात येते. बाम्बूचे तंतू कठीण असतात. त्यापासून चांगला छापण्यांचा कागद होत नाही. बाम्बूचा बलक करणेही कष्टाचे आणि जास्त खर्चाचे असते. त्यात मऊ लाकडाचा आणि गवताचा बलक मिसळल्यास चांगला कागद तयार होतो.

नवा कच्चा माल : चिपाडे

ब्राझील आणि इतर देशात उसाच्या चिपाडांचा कागद निर्मितीत उपयोग होत आहे. भारतात ऊस विपूल पिकतो. उत्तर प्रदेश आणि महाराष्ट्र ही राज्ये ऊसाच्या उत्पादनात आघाडीवर आहेत. इथे उसाची चिपाडे विपुल प्रमाणात उपलब्ध होतात. परंतु त्याचा साखर उत्पादनात जळण म्हणून वापर होतो. तरीही दालमीया कागद गिरणीत ऊसाच्या चिपाडापासून कागद करण्यात येतो. आता महाराष्ट्रातही असा प्रयत्न होणार आहे. पूर्वी जेव्हां कागद आयात होत असे तेव्हा भारतात तयार होणाऱ्या कागदाचा दर्जाही चांगला असे. आता भारतात कागदाची मागणी जास्त, पुरवठा कमी. त्यामुळे दर्जाकडे दुर्लक्ष होणे सहाजिकच आहे.

कागद संशोधन संस्था

परदेशामध्ये कागदनिर्मिती संशोधन संस्था स्थापन झाल्या आहेत. त्यातील प्रमुख संस्था :

Technical Association of Pulp & Paper Industry TAPPI, USA.
Test Method Committee of the Technical Section, British Paper and Board Industry Federation RTM'S.

कागद निर्मितीबाबत मानके

भारतीय मानक संस्थेने कागदाच्या निर्मितीबाबत खालील स्टॅंडर्डस (मानके) तयार केले आहेत.

१. कागदाच्या परिक्षेसाठी नमुने काढण्याची पद्धती
IS 1060 (Part I) 1956. Method of Sampling and test for Paper and Allied Products, Part I.
I.S. 1060 (Part II) 1960 Method of Sampling and test for Paper and Allied Products, Part II.

२. कागदाचे प्रमाणित आकार
I.S. 1064-1961 Specifications for Paper sizes (revised).
३. लिहिण्याच्या आणि छापण्याच्या कागदांचे आवश्यक विशिष्ठ गुण
I.S. 1848-1961 Specifications for Writing and Printing Papers.
४. मिलबोर्ड, करडे बोर्ड आणि गवती पुठ्ठे
I.S. 2617-1964 Specifications for Mill board, Gray board and Straw boards.
५. टीप कागद
I.S. 1396-1960 Specifications for Blotting Papers.
६. क्राफ्ट पेपर
I.S. 1397-1960 Specifications for Kraft Papers.
७. बांधण्याचे कागद वॉटरप्रुफ, बिटुमीन आंतर थर.
Specifications for Packing papers, Water proof, Bitumen-lamivaled.
८. कागद आणि बलक तक्ते यांचे वजन
I.S. 1763-1961 Specifications for Substances of Paper and Puld Board.
९. कायम स्वरुपाच्या दस्तऐवजासाठी कागद
I.S. 1774-1961 Specifications for Paper for Parmanent Record.
१०. सेंसीटाइज्ड कागदासाठी मूळ कागद
I.S. 1775-1961 Specifications for Base Paper for Sensitized Papers.
११. लुकण न लावलेला बॉक्स् बोर्ड
I.S. 1776-1961 Specifications for Folding Box Board, uncoated.
१२. टिकिट बोर्ड
I.S. 2483-1963 Specifications for Ticket Board.
१३. ड्रॉइंगसाठी हात कागद
I.S. 3064-1964 Specifications for Handmade Drawing papers.
१४. लिफाफ्याचे आकार
I.S. 3338-1965 Sizes of correspondance envelopes.
१५. विजेच्या उपकरणांसाठी वापरण्यात येणाऱ्या कागदाची परीक्षा पद्धती
I.S. 2188-1962 Methods of test for Paper for Electrical purposes.

कागदाचे प्रमाण आवश्यक गुण

भारतीय मानक संस्थेच्या कागद विषयक मानकात कागदाच्या दर्जाविषयी खालील गोष्टी प्रमाण मानल्या आहेत. I.S. 1848-1961 मध्ये हे आवश्यक विशिष्ठ गुण दिले आहेत.

१ कच्च्यामालाचा वापर
२ कागदाची जाडी (caliper)
३ कागदाची मजबूती (burst-factor)
४ कागदांची घडीक्षमता
५ कागदातील खनीज द्रव्ये
६ कागदाचे अपारदर्शकत्व
७ कागदाची जलशोषण-क्षमता
८ कागदातील आम्लता (pH value)
९ कागदाचा गुळगुळीतपणा (gloss)
१० कागदाची चकाकी (brightness)

ही प्रमाणके या प्रकरणात शेवटी जोडलेल्या तक्त्यात दिली आहेत.

भारतातील कागद गिरण्याची स्थापना

वाफेच्या शक्तीवर चालणारी कागदाची गिरणी भारतात प्रथम २७ मार्च १८२० रोजी श्रीरामपूर येथे सुरू झाली. तिला डॉ. विल्यम केरी यांची प्रेरणा होती. कागदाच्या आणखी गिरण्या निघाल्या नाहीत, याचे कारण सर्व कागद आणि स्टेशनरी इंग्लंडमधून आयात करावी असा फतवा सेक्रेटरी ऑव्ह स्टेट यांनी काढला. त्यामुळे हातकागदाचे उत्पादनही बरेच कमी झाले. त्यापूर्वी पंजाब, उत्तर प्रदेश येथे हातकागदाचे अनेक कारखाने होते. ते चिन्ध्या आणि रद्दी या पासून कागद तयार करत. नेपाळ मध्ये मेलबरी आणि इतर वनस्पती पासून कागद होत असे. त्यावरून चीनशी संपर्क असल्यामुळे तिथे अकराव्या शतकापूर्वी अनेक शतके कागद होत असावा असे वाटते.

कागदाचे उत्पादन आणि गरज

इ. स. १८७० नंतर कागदाच्या गिरण्या निघू लागल्या. टिटाघर, गिरगाव, डेक्कन ह्या गिरण्या एकोणिसाव्या शतकाच्या उत्तरार्धात निघाल्या होत्या. १९१३ मध्ये फक्त पाचच गिरण्या होत्या. त्यात १९३७ पर्यंत फक्त आणखी चारांची भर पडली. उत्पादन फक्त ४८००० टन होते. कच्च्या मालात बाम्बूची भर पडली. आता तर बाम्बू हाच प्रमुख कच्चा माल आहे. त्यामुळे बाम्बूच्या जंगलांजवळ कागदगिरण्या निघत आहेत. पहिल्या पंचवार्षिक योजनेच्या सुरुवातीस एकूण १७ गिरण्या होत्या.

त्यात २,१०,००० टन कागद होत असे. १९६०–६१ मध्ये कागदाची गरज साडेतीन लाख अंदाजली होती. त्यात दरवर्षी ४५००० टनाची वाढ करावी अशी योजना होती. त्यानुसार १९६४ साली गिरण्यांची संख्या ४२ पर्यंत वाढली. या गिरण्यात लहान (५०० टन प्रतिवर्षी उत्पादन) आणि मोठ्या (७०००० टन पर्यंत प्रतिवर्षी उत्पादन) गिरण्यांचा समावेश होतो. त्यांचे एकंदर वार्षिक उत्पादन साडेपाच लाख टन होते. शिवाय सव्वा दोन लाख टनाची वाढ करण्यासाठी परवाने दिले होते.

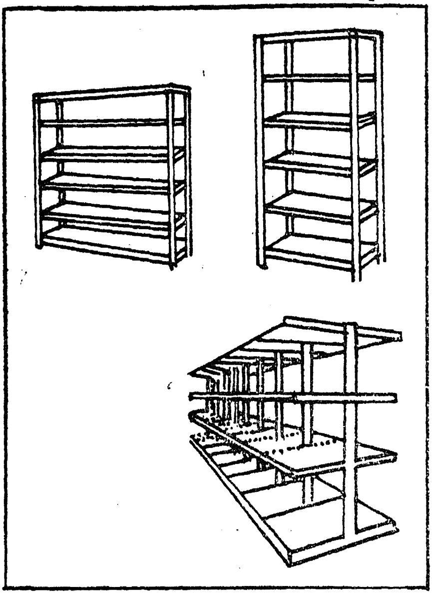
वृत्त कागद फक्त एकाच गिरणीत तयार होतो. नेपा मिल्स् मध्ये सलाई या मऊ लाकडापासून प्रतिवर्षी ३०००० टन कागद निर्माण होई. त्यात ४५००० टनांची वाढ करण्याची योजना होती. या शिवाय पुठ्ठ्यांचे उत्पादन ९२००० टन होते.

उत्पादन वाढीतील अडचणी

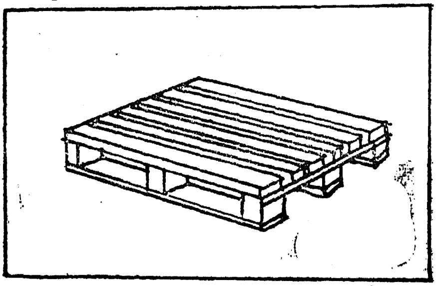
कागदाचे उत्पादन वाढवण्याच्या योजना फलद्रूप होत नाहीत याचे एक कारण कच्चा माल पुरेशा प्रमाणात मिळत नाही. त्याचा भावही जास्त असतो. बाम्बूची जंगले शासकीय जंगल खात्याच्या मालकीची आहेत. जंगल हा राज्यांच्या अखत्यारातील विषय. प्रत्येक राज्य जंगलातून जास्तीत जास्त उत्पन्न मिळवण्याचा प्रयत्न करते. आपल्या प्रान्तातील गिरण्यांनाही योग्य भावाने बाम्बू पुरवत नाहीत. यासाठी बाम्बूची जंगले जास्त मुदतीने गिरण्याना लागवड आणि वापरासाठी दिली तर गिरण्या बाम्बूचे उत्पादन वाढवतील. हिमालयातील सूचिपर्ण वृक्षांपासून लगदा तयार करण्याची आणि तो कागद गिरण्यांना पुरवायची योजना अजूनही पूर्ण कार्यवाहीत आलेली नाही. कागदांच्या बांधून दिलेल्या भावांमुळे नवीन यंत्रसामग्री बसवणे तोटयाचे ठरले आहे. परंतु आता कागदाचे भाव वाढल्यामुळे उत्पादन वाढीच्या प्रयत्नास जोर मिळावा. शिवाय उसाच्या चिपाडांचा वापर जास्त प्रमाणात करण्याची व्यवस्था झाली तर कच्चा मालाची उणीव भरून निघेल असे वाटते. आज भारतात ५० च्या वर गिरण्या आहेत. त्यांचे उत्पादन एकूण सहा लाख टन आहे. आणि आपली गरज तर त्याहूनही जास्त आहे. ही तूट त्वरित भरून निघणे अगत्याचे आहे. एकूण उत्पादनाच्या २५ ते ३५ टक्के कागद शासनाकडे कमी दराने द्यावा लागतो. शिवाय शैक्षणिक कामासाठी ठरलेल्या कमी दराने छपाई (पाठ्यपुस्तकांसाठी) आणि लिहिण्यासाठी (वह्यांसाठी) बराच कागद भारत शासन वाटपासाठी घेते. या पुरवठ्यात येणारी तूट कागदाच्या गिरण्या खुल्या बाजारात विकायच्या कागदांच्या किंमतीत वाढ करून भरून काढतात. त्यामुळे मुख्यतः पुस्तकांच्या किंमती भरमसाठ वाढल्या आहेत. या प्रकारावर त्वरित तोड काढणे अगत्याचे झाले आहे.

कागदाची वाहतूक आणि साठा

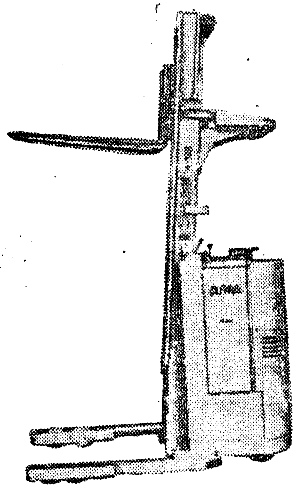
मागे प्रकरणात कागदाच्या साठ्याविषयी लिहिले आहे. त्यात कागद



आ. १०१ कागद कोठारातील शिडचा



आ. १०२ कागदाची रीमे वाहून नेण्यासाठी पाट



आ. १०३ कागदाचे पाटे वाहून नेण्यासाठी बॅटरीवर चालणारी गाडी

साठवायच्या शिड्यांचा उल्लेख केला आहे. अशा शिड्यांचे चित्र आकृती १०१ मध्ये दिले आहे. पाश्चात्य देशात गिरण्यांच्या सान्निध्यामुळे आणि वाहातुकीच्या सोईमुळे कागद गिरणीतून सरळ मोठ्या मुद्रणालयात पोचवण्यात येतो. तो या विशेष पाट्यांवर रोमे ठेवून, बांधून, ट्रक मधून छापखान्यात पोचवला जातो (कागदाचा पाटा आकृती १०२ पहा) हे पाटे यंत्रचलित गाड्यावर ठेऊन (आकृती १०३) अगदी कोठारात नेऊन उंच चवडीवर ठेवता येतात. तसेच कोठारातून कागदाच्या चवडी मुद्रणयंत्रघरांत अगदी यंत्राजवळ नेता येतात.

कागदाची रासायनिक घटना

कागदातील द्रव्य, सेल्युलोज (तूलीर), हे रासायनिक परिभाषेत कर्बजलान्वित (कार्बोहैड्रेट) किंवा कर्बउदज (कार्बन हैड्रॉक्साइड) आहे. त्याची रासायनिक घटना $C_6H_{10}O_5$ अशी आहे. थोड्याफार प्रमाणात हीच मौले साखर, डेक्स्ट्रीन इत्यादी पदार्थांत असतात: साखर $C_6H_{12}O_6$; डेक्स्ट्रीन $N\ (C_6H_{10}O_5)$. सेल्युलोज काही प्रमाणात आम्लात वितळतात. ते पुन्हा घनरूप करता (precipitate) येतात. परंतु त्यांचे मूळ प्रमाण राहत नाही. शिवाय सेल्युलोजच्या रासायनिक घटने-पेक्षा त्यांचे वस्तूरूप कायम राहणे अवश्य असते. तंतूंचा बलक करताना जो रसायने वापरण्यात येतात, त्याच्या क्रियेचा परिणाम लक्षात ठेवणे आवश्यक आहे. आम्लाच्या जलभेदनाने तंतूंचे विघटन होऊन तौकीर सारखा पदार्थ बनतो ($C_{12}H_{20}O_{11}2H_2O$). याचा कागद करण्यास काहीच उपयोग नाही. आम्लस्पर्श कागदास हानीकारक आहे. म्हणूनच pH_{-5} पेक्षा जास्त आम्लता कागदास सोसत नाही. सेल्युलोज चे स्फटिक होत नाहीत (amorphous). सहसा ते विरत नाही. इतर द्रव्यांशी संयोग पावत नाही. त्यामुळेच कागद टिकाऊ असतो. कागद, ताम्र-जलान्वित (cupric hydrate) आणि अमोद (ammonia) यात मात्र विरतात. त्यापासून जलावरोधक कागद आणि कृत्रिम रेशीम करता येते. कागदाचे रसायनशास्त्र हा एक स्वतंत्र विषय आहे. त्याची माहिती कागद बनवणाऱ्यास आवश्यक आहे. कागदाच्या गिरणीत कच्च्या मालावर क्रिया करताना दोन प्रकार संभवतात. प्राणवायूशी संयोग होऊन झालेला 'ऑक्झीसेल्युलोज' हा एक प्रकार. हैड्रोजनशी संयोग होऊन झालेला हैड्रोसेल्युलोज हा दुसरा प्रकार. पहिल्या प्रकारातील तंतूंचा कागद कमकुवत होतो. त्याचा रंग जातो. दुसऱ्या प्रकारातील तंतूंचा तेलरोधक कागद करता येतो. प्रस्तुत पुस्तक मुख्यतः मुद्रकांसाठी लिहिले असल्यामुळे याहून जास्त विवरण इथे केलेले नाही.

कागदनिर्मिती हा नित्य वाढणारा विषय आहे. मुद्रकांच्या जिव्हाळ्याचा आहे. त्यावर लिहायचे तेवढे थोडे. कुठेतरी थांबायला पाहिजे. म्हणून इथे थांबू.

परिशिष्टे

परिशिष्ट १ : कागदाचे ब्रिटिश प्रमाणित आकार B. S. 730 1937

क्रमांक	नाव	ब्रिटिश आकार	आकार पटीत	जादा आकार	उपयोग
१	ॲटलास	—	—	२६ १/२ × ३४	लि. छा.
२	स्मॉल फूल्स्कॅप	१३ १/४ × १६ १/२	१६ १/२ × २६ १/२	—	,,
		—	२६ १/२ × ३३	—	,,
			ऑब्लाँग =		
		—	१३ १/४ × ३३	—	,,
			१ १/३ शीट =		
		—	१३ १/४ × २२	—	,,
			१ १/२ शीट =		
		—	१३ १/४ × २४ ३/४	—	,,
३	फूल्सकॅप	१३ १/२ × १७		३४ × ४० १/२	,,
			डबल =		
		—	१७ × २७	—	,,
			क्वॉड =		
		—	२७ × ३४	—	,,
			१ १/३ शीट =		
		—	१३ १/२ × २२ १/२	—	,,
			१ १/२ शीट =		
		—	१३ १/२ × २५ १/२	—	,,
४	पिंचड पोस्ट	—	१४ १/२ × १८ १/२	—	,,
			डबल =		
		—	१८ १/२ × २९	—	,,
५	स्मॉल पोस्ट	—	—	१४ १/२ × १८	,,
				डबल =	
		—	—	१८ × २९	,,
६	क्राउन	१५ × २०	—	—	लि. छा. रॅपिंग
			डबल =		
			२० × ३०	—	केसिंग

क्रमांक	नाव	ब्रिटिश आकार	आकार पटीत	जादा आकार	उपयोग
			क्वॉड =		
		—	३०×४०	—	
७	पोस्ट	१५×१९	—	१५½×१९	लि. छा.
			डबल =		
			१९×३०	—	,,
८	कॉपी	—	—	१६½×२०	रॅपिंग केसिंग
				डबल =	
		—	—	२०×३३	लि. छा.
९	स्मॉल डेमी	१५½×२०			
			डबल =		
		—	२०×३१	—	,,
			क्वॉड =		
		—	३१×४०	—	
१०	पॉट	(१६×२५)	—	—	
				डबल =	
		—	—	२५×३२	,,
				क्वॉड =	
		—	—	३२×५०	
११	लार्ज पोस्ट	१६½×२१	—		,,
			डबल =		
		—	२१×३३	—	
१२	डमी	१७½×२२	—	—	,,
			डबल =		
		—	२२½×३५	—	,,
			क्वॉड =		
			३५×४५	—	,,
१३	स्मॉल मीडियम	—	—	१७½×२२	,,
१४	मीडियम	१८×२३	—	—	,,
			डबल =		
		—	२३×३६	—	रॅपिंग केसिंग

क्रमांक	नाव	ब्रिटिश आकार	आकार पटींत	जादा आकार	उपयोग
१५	बँगकॅप	—	—	१९×२४	रॅपिंग केसिंग
१६	स्मॉल रॉयल	१९×२४	—	१९×२७	लि. छा.
१७	रॉयल	२०×२५	—	२०×२७	लि. छा., बोर्ड
		—	डबल = २५×४०	—	लि. छा.
१८	लार्ज रॉयल	२०½×२७	—	२०½×२७	,,
		—	डबल = २७×४१	२७×४१	,,
१९	सूपर रॉयल	२०½×२७½	—	१९×२७	,,
२०	इम्पीरियल	२०×३०	—	२२½×२९	,,
		२२½×३०	डबल = ३०×४४	२३×३३	रॅपिंग केसिंग
		२२½×३२	—	—	बोर्ड
		—	१½ शीट = २२×४५	३३×४६	रॅपिंग केसिंग
		२२½×२९	२९×४५	४५×५८	
		—	४५×५८	३०×४४	
		—	—	१½ शीट = २२×४५	रॅपिंग केसिंग
२१	एलिफंट डबल	२७×४०	—	२६¾×४०	लि. छा.
२२	कोलंबियन	—	—	२४×३४½	लि. छा.
२३	सॅडलबॅक	३६×४५	—	४०×४८	रॅपिंग केसिंग
२४	केसिंग	३६×४६	—	—	,,
२५	पोस्टल	२२½×२८½	—	—	बोर्ड
२६	इंडेक्स	२५½×३०½	—	—	,,
२७	अँटिक्वेरियन	—	—	३०×५३	लि. छा.

परिशिष्ट २ : प्रमाणके

अ : लिहिण्याच्या आणि छापण्याच्या कागदाची प्रमाणके (IS 1848/1961)

क्रमांक	कागदाचा प्रकार	बर्स्ट फॅक्टर	डबल फोल्ड	राख, टक्के	अपारदर्शकत्व, टक्के	कॉब टेस्ट कमाल	Ph	ग्लॉस	ब्राइटनेस
परीक्षा पद्धत IS 1060 Part I-1956		१२.६	१२.७	११	१६	१३.२.२	१०	१५	१३ Pt.II
पुस्तकातील वर्णन-पाने		१२२	१२२	१३८	१२०	१४३	१४६	१४६	
१	२	३	४	५	६	७	८	९	१०
१	ॲण्टीक ओव्ह/लेड	१२	१२	–	८०	२०	५–०	–	७०
२	आर्ट कार्ड/बोर्ड	१०	–	२०	–	२०	५–५	७५	८०
३	अझूरलेड	१५	२०	–	८०	१७	५–०	–	–
४	बँक	२०	२०*	–	७०	१५	५–०	–	७५
५	बाँड	२०	३०	–	८०	१५	५–०	–	७५
६	ब्राउन पेपर	१५	१५	–	–	२०	५–०	–	–
७	बफ-अकाउंट	१५	२०	–	८०	१७	५–०	–	–
८	क्रोमो	७	१०	३०	–	–	५–५	७५‡	८०‡
९	कलर्ड प्रिंटींग	१२	१५	–	८०	२०	५–०	–	–
१०	क्रीम लेड	१२	१५	–	८०	१७	५–०	–	–
११	क्रीम ओव्ह	१५	२०	–	८०	१७	५–०	–	–
१२	मशीन कोटेड आर्ट	७	१०	३५	–	–	५–५	७५	८०
१३	मशीन पोस्टर	१०	१५	–	–	१५	५–०	६०‡	६५
१४	मॅनिफोल्ड एअर मेल	२०	१५*	–	७०	१७	५–०	–	७५
१५	मॅनिला ⊕	२०	५०	–	८०	१५	५–०	–	–
१६	मॅप प्रिंटींग	१२	२०	१०	८०	१७	५–०	५५	७०
१७	सेमिब्लीच्ड प्रिंटींग	१२	१५	–	८०	२०	५–०	–	–
१८	सूपर कॅलेंडर प्रिंटींग	१२	१५	–	८०	२०	५–०	५५	७०
१९	टाइपरायटिंग	१८	१५*	–	७०	१७	५–०	–	७५
२०	अन् ब्लीच्ड प्रिंटींग	१२	१५	–	८०	२०	५–०	–	–
२१	व्हाइट कार्टरिज्	१५	२०	–	८०	१७	५–०	–	७०

१	२	३	४	५	६	७	८	९	१०
२२	डुप्लिकेटिंग, अॅब्सॉर्बंट	१०	१५	—	८०		५—०	—	७०
२३	,, सेमी अॅब्सॉर्बंट	१२	१५	—	८०	२५	५—०	—	७०
२४	इमिटेशन आर्ट	७	७	२०	—	२०	५—५	६५	७५
२५	ऑफसेट कार्टरिज्	१५	२०	—	८०	१७	५—०	—	७०
२६	व्हाइट प्रिंटींग	१२	१५	—	८०	२०	५—०	—	७०

*सर्व कागद ५० G.S.M. हून जास्त आणि ४,१४,१९ हे ५० G.S.M. पेक्षा कमी
‡लुकण लावलेले, ग्लेज्ड बाजू फक्त.
⊕ यांत्रिक रांधा २० टक्यांहून कमी. इतर कागदांमध्ये यांत्रिक रांधा असू नये. परीक्षा IS १०६० Part I / 17
°कागदांची जाडी = ५ टक्के.

आ : मिलबोर्ड, ग्रेबोर्ड, स्ट्रॉबोर्ड यांचे विशिष्ठ गुण (IS 2617-1964)

१	२	३ बर्स्ट फॅक्टर	४ फोल्डिग एन्ड्यूरी अन्स्	७ कॉब् टेस्ट	८ Ph	११ ब्रेकींग स्ट्रेंथ	१२ टेअर फॅक्टर	१३ कमाल आर्द्रता
	टेस्ट					१२.५	१२.८	९
१	मिल बोर्ड	७.५	..	..	..	३०००/ १९००	..	१०
२	ग्रेबोर्ड	७.०	..	..	..	१६५०/ १०००	..	१०
३	स्ट्रॉबोर्ड	५.०	..	..	..	११५०/ ७५०	..	१०

इ : क्राफ्ट पेपरचे विशिष्ठ गुण (I.S. १३९६–१९६०)

क्राफ्ट पेपर ग्रेड I	३०.०	१००	१५	५.५	७०००/ ४०००	१२०	१०
ग्रेड II	२०.०	४०	२०	५.५	४५००/ २५००	७५	१०

परिशिष्ट ३ : लिफाफ्यांचे, कार्डांचे आणि नोटपेपरांचे आकार

अ : लिफाफ्यांचे आकार

नं. ६	३ १/८" × ५ ३/८"
अल्बर्ट	३ १/३" × ४ १/४"
डचेस	३ १/४" × ४ ५/८"
ड्यूक	३ १/२" × ५ "
नं. ७ बिझनेस	३ १/२" × ५ ३/४"
कोर्ट अष्टपत्री	४ ३/४" × ३ ३/४"
लार्ज अष्टपत्री	४ १/४" × ५ १/४"
फूल्सकॅप	८ ३/४" × ४ "
लार्ज फूल्सकॅप	९ " × ४ "
एक्स्ट्रा फूल्सकॅप	९ १/२" × ४ १/४"
ड्राफ्ट	१० ५/८" × ४ ५/८"
प्रॉस्पेक्टस	११ " × ५ "
लार्ज ड्राफ्ट	११ १/२' × ५ "
ब्रीफ	११ " × ५ "
डीड	१२ " × ९ "
लार्ज डीड	१२ " × १०"

आ : कार्डांचे आकार

थर्ड्स्	३ " × १ १/२"
एक्स्ट्रा थर्ड्स्	३ " × १ ३/४"
स्मॉल	३ ५/८" × २ ३/८"
लार्ज	४ १/२" × ३ "
कॉरस्पॉण्डन्स्	४ १/२" × ३ १/२"
डबल स्मॉल	४ ३/४" × ३ ५/८"
डबल लार्ज	६ " × ४ १/२"
क्वॉड स्मॉल	७ १/४" × ४ ३/४"
क्वॉड लार्ज	९ " × ६ "

पोस्टकार्ड	५ १/२" × ३ १/२"
पोस्टकार्ड	४ १/२" × ३ १/२"

इ : नोटपेपरांचे आकार

अल्बर्ट	३ ७/८" × ८"
डचेस	४ ३/८" × ६ १/८"
डयूक	४ ३/४" × ६ ३/४"
पोस्ट	४ १/२" × ७ १/८"
लार्ज पोस्ट	५" × ८"

परिशिष्ट ४ : कागदाचे प्रमाणित मेट्रिक आकार,

नाव	कापलेल्या कागदांचे प्रमाणित आकार मिलीमीटर्स	इंच	न कापलेल्या कागदाचे आकार मिलीमीटर्स	इंच
अे सिरीज				
४अेO	१,६८२ × २,३७८	६६ × ९३ १/२	१,७२०×२,४४०	६७ ३/४×९६
२अेO	१,१८९ × १,६८२	४७ × ६६	१,२२०×१,७२०	४८ ×६७ ३/४
अेO	८४१ × १,१८९	३३ × ४७	८६०×१,२२०	३३ ७/८×४८
अे१	५९४ × ८४१	२३ १/२ × ३३	६१०× ८६०	२४ ×३३ ७/८
अे२	४२० × ५९४	१६ १/२ × २३ १/२	४३०× ६१०	१६ ७/८×२४
अे३	२९७ × ४२०	११ १/२ × १६ १/२	३०५× ४३०	१२ ×१६ ७/८
अे४	२१० × २९७	८ १/२ × ११ १/२	२१५× ३०५	८ १/२×१२
अे५	१४८ × २१०	६ × ८ १/२	...	...
अे६	१०५ × १४८	४ × ६	...	...
बी सिरीज				
बीO	१,००० × १,४१४	३९ ३/८×५५ ५/८	१,०५०×१,५००	४१ ३/८ × ५९
बी१	७०७ × १,०००	२८ × ३९ १/२	७५० × १,०५०	२९ १/४ × ४१ ३/८
बी२	५०० × ७०७	२० × २८	५२५ × ७५०	२० ३/४ × २९ १/२
बी३	३५३ × ५००	१४ × २०	३७५ × ५२५	१४ ३/४ × २० ३/४
बी४	२५० × ३५३	१० × १४	२६२ × ३७५	७४ ७/८ × ४१ ३/४
बी५	१७६ × २५०	७ × १०	१८७ × २६२	७ ३/८ × १० ७/८

विभाग आणि ब्रिटिश आकाराशी तुलना

विशेष (मोठे) आकार मिलीमीटर्स	इंच	ब्रिटिश आकार नाव	मिलीमीटर्स	इंच
१,७६० × २,४८०	६९ १/४ × ९७ ५/८	...		
१,२४० × १,७६०	४८ ३/४ × ६९ १/२	...		
८८० × १,२४०	३४ ५/८ × ४८ ३/४	क्वॉड मिडीयम	३६ × ४६	९१० × ११७०
		,, डेमी	३५ × ४५	८९० × ११५०
६२० × ८८०	२४ ३/८ × ३४ ५/८	डबल मिडीयम	२३ × ३६	५८५ × ९१०
		,, डेमी	२२ १/२ × ३५	५७० × ८९०
४४० × ६२०	१७ ३/८ × २४ ३/८	मिडीयम	१८ × २३	४५५ × ५८५
		डेमी	१७ १/२ × २२ १/२	४४५ × ५७०
३१० × ४४०	१२ १/२ × १७ ३/८	मिडी. फोलिओ	११ १/२ × १८	२९२ × ४५५
...	...	डेमी फोलिओ	११ १/२ × १७ १/२	२८५ × ४४५
...	...	मिडीयम चतुष्पत्री	९ × ११ १/२	२२८ × २९२
...	...	डेमी चतुष्पत्री	८ ३/४ × ११ १/२	२२२ × २८५
...	...	मिडीयम अष्टपत्री	५ ३/४ × ९	१४६ × २२८
...	...	डेमी अष्टपत्री	५ ५/८ × ८ ३/४	१४३ × २२२
...	...	क्वॉड क्राउन	३० × ४०	७६२ × १०१६
...	...	डबल क्राउन	२० × ३०	५०८ × ७६२
...	...	क्राउन	१५ × २०	३८१ × ५०८
...	...	क्राउन फोलि.	१० × १५	२५५ × ३८०
...	...	क्राउन चतुष्पत्री	७ १/२ × १०	१९० × २५५

नाव	कापलेल्या कागदाचे प्रमाणित आकार		न कापलेल्या कागदाचे आ	
	मिलीमीटर्स	इंच	मिलीमीटर्स	इं
सी सिरीज				
सी0	९१७ × १,२९७	३६ १/८ × ५१	९४० × १,३४०	३७ ×
सी१	६४८ × ९१७	२५ १/२ × ३६	६७० × ९४०	२६ ३/८ ×
सी२	४५८ × ६४८	१८ × २५ १/२	...	- -
सी३	३२४ × ४५८	१३ × १८	...	.
सी४	२२९ × ३२४	९ × १२ ३/४	...	- -
सी५	१६२ × २२९	६ ३/८ × ९	...	- -

विशेष (मोठे) आकार			ब्रिटिश आकार	
मिलीमीटर्स	इंच	नाव	मिलीमीटर्स	इंच
...	...	क्राउन अष्टपत्री	५ × ७½	१२७ × १९०
९६० १,३६०	३७ ५३	...	...	...
६८० × ९६०	२६ × ३७	क्वॉ. फुल्स् कॅप्	२७ × ३४	६८६ × ८६४
...	...	डबल फुल्स् कॅप्	१७ × २७	४३२ × ६८६
...	...	फुल्स् कॅप्	१३½ × १७	३४३ × ४३२
...	...	फुल्स् कॅप् फोलि.	८½ × १३½	२१५ × ३४५
...	...	फुल्स् कॅप् चतुष्पत्री	६¾ × ८½	१७२ × २१५
...	...	फुल्स् कॅप् अष्टपत्री	४¼ × ६¾	१०८ × १७२

पारिभाषिक संज्ञा

अ

अंबाडी : hemp

अणु : atom

अन्ब्लीच्ड सल्फाइड उड : unbleached sulphide wood

अनार्वण : inorganic

अपारदर्शक : opaque

अपारदर्शकत्व : opacity

अपारदर्शकत्व मापन उपकरण : opacimeter

अम्लयुक्त : acidic

अमोद : ammonia

अवक्षय : deterioration

अर्धपारदर्शक : translucent

अर्बोदक वायू : carbon dioxide

उर्वपतित : precipitate

अल्क : alkali

अल्कधर्मी : alkaline

अल्पपांजणी : soft-sizing

अष्टमांश : octavo

अल्क पद्धती : alkali process

ॲडिपो : adipo स्निग्धतूलीर सेल्युलोजचा एक प्रकार

ॲल्युमिनीयम सल्फेट : आश्मगंधिक

ॲसेटिक आम्ल : अशीतिकाम्ल

अळशी : linen ताग

अक्षर मुद्रण : letterpress printing सुट्टया खिळयांप्रमाणे वर आलेल्या वस्तूवर कागद दाबून छापणे

आ

आटणे : absorbtion शोषण

आमोद : amonia, amonium carbonate

आर्वण : organic

आर्वण संयुग : organic compound

आवरक : cover वेष्टन कागद, पुस्तकांना आवरण घालण्याचे कागद

आश्मगंधिक : alluminium sulphate

आश्मशैलक : alluminium silicate

ऑक्झॅलिक ॲसिड : औषगिक आम्ल

ऑक्झिसेल्युलोज : ऊक्दीत तूलीर सेल्युलोजचा प्रकार

इनसाइड : inside कागदाच्या रोमाचा प्रकार

उकळयंत्र : boiler

उत्तर लेप : overlay

उडून जाणे : evoparation बाष्पकांचन

उलट बाजू : wrong-side

उञ्जोर्वक : hydrogen oxide

ऊर्व : oxygen

उज्ज : hydrogen

एस्पॅर्टो : esparto स्पेनमध्ये उगवणारे गवत

ओढ : strech

ओले तोंड : wet-end फोड्रिनियर कागद यंत्राचे

क

कडवा : straw ज्वारीची ताटे
कवट-जिल्हई : egg-finish
कला कागद : art paper
कागदी : paper makers, कागद तयार करणारे
कागदी पुठ्ठे : paper boards
कागदी नळकांडी : core
काष्ठतंतू : wood fibres, लाकडाच्या रांध्यातील तंतू
कुटणे : beating
कुंडी पांजणी : tub-sizing
केसीन : दुग्ध प्रथीन
क्रेप पेपर : सुरकुती कागद
क्रोमो पेपर : एकाबाजूने लुकण लावलेला कागद
कोनिफेरस : coniferous देवदार सारखे वृक्ष
क्लोरीन प्रक्रिया : chlorine process

ख

खटंगविक : calcium sulphate
खटक्षार : lime
खनोजभर : mineral loading
खरबरीत : rough surface
खराब रीम : Broke
खराबी, अवक्षय : deterioration

ग

गवत : grass
गंज : iron oxide
गवत, चीनी : ramic
गवती पुठ्ठे : straw boards
गंधिताम्ल : sulphurious acid
गंधिकाम्ल : sulphuric acid
गॅल्व्हानोमीटर : वीजप्रवाह मापक यंत्र
गिरण्यातील खराबा : textile waste
गाळण : filtrate
गुळगुळीत : calendered चिकणा
गुंडाळणे : curling
गुंडाळण्याचे कागद : wrapping papers
गुंडाळे : reel
गोंदी कागद : adhesive paper

घ

घडी, कागदाची : section
घडी क्षमता : folding strength
घर्षणाने गुळगुळीत : friction glazed घोटीव, घर्षण जिल्हई
घोटणा : beating engine
घोडा : frame

च

चकचकित : super calendered पाणी मारून कॅलेंडरिंग मशीनमध्ये जिल्हई दिलेला चिकणा कागद
चकाकी : brightness
चतुर्थांश : quarto कागदाचा चौथा तुकडा
चर्मकागद : parchment paper
चांगले रीम : good-ream चांगल्या, न फाटलेल्या, चौरस कापलेल्या कागदाचे रीम
चिकणा कागद : super calendered paper
चिरडणे : crush

चुणी पडण : creasing
चुना : calcium carbonate
चुना प्रक्रिया : lime process
चौपत्री, चतुष्पत्री : quarto

छ

छपाई, सामान्य : common printing
छपाईचे कागद : printing papers
छाट मारणे : trimming
छाप : impression
छापण्यापूर्वीचा आकार : raw stock

ज

जलचिन्ह : watermark
जलजिल्हई : water finish
जलभेदन : hydrolysis
जलविरोधक : water proof
जवस : flax
जलाकर्षक : absorbunt
जलीय द्राव : aqueous extract
जादा जिलाई : high finish
जाळी : mesh
ज्यूट : jute, *chorocorus*
जाळी बाजू : wire side
जिल्हई रूळ : machine cylinders
जिलेटीन सायझिंग : प्राणिज पांजणी

ट

टंकलेखन कागद : typing paper
ट्रेसिंग पेपर : tracing paper
न आक्रसणारा किंवा वाढणारा अर्धपारदर्शक कागद, नक्कल तयार करायला उपयुक्त
ट्रान्स्फर पेपर : transfer paper
शिळेवर आकृती, चित्रे चढवायचा विशिष्ठ कागद
टार्ड ब्राउन : डांबर लावलेला वेष्टनाचा कागद
टाकी : chest
बलक ठेवले पिंपाकृती मोठे भांडे
टांगून वाळवलेले : loft-dried
टिटॅनियम ऑक्साईड : titanium oxide टीट उर्वद
टिब ठसे : halftone blocks
टीपकागद : blotting paper
टी पेपर : चहा बांधण्याचा कागद
टोबॅको पेपर : tobbaco paper
तंबाखू (विड्या) बांधायचा कागद

ठ

ठिपके, कागदावरील : specks

ड

डांबरी रंजक : tar dye
डॉफेन : dophene कागदोपयोगी वनस्पती
डॅंडी रूळ : dandy roll
जाळीवरील बलकाचा थर दाबून काढणारा जड रूळ
डुप्लिकेटिंग : duplicating
विना पांजणीचा नकला काढण्याचा कागद
डेकल स्ट्रॅप : deckle strap
जाळीवरील बलक बाजूला जाऊ नये म्हणून ठेवलेल्या, जाळी बरोबर सरकणाऱ्या पट्ट्या
डेसिडिचुअस : desiduous सदापर्णी
पतिष्ण झाडांचा प्रकार, शंकूधारी

त

तक्ते : boards

तुरटी : alum (aluminium sulphate)

तूलीर : cellulose काष्टतंतू

तैलरोधक : greaseproof paper

त्रिथरी तक्ते : triplex boards

द

दाब : pressure

दाब तक्ते : press borads

दाब रूळ : pressure cylinders

द्विथरी तक्ते : duplex boards

दुग्ध प्रथीन कागद : casin paper साय काढलेल्या दुधातील प्रथीन

दुधाळी कागद : cream paper

दुरंगी कला कागद : duplex art paper

दोन नळयांचे सूक्ष्मदर्शक यंत्र : sterio meroscope

ध

धूलिपत्र : duster, dusting machine

धूपीन : benzene उडून जाणारे तेल

न

नकली कला कागद : imitation art paper

नकली चर्म कागद : imitation parchment paper

नकली हातकागद : mould made papers यंत्रावर तयार केलेले पण हात कागदांप्रमाणे मजबूत कागद

नक्कल कागद : carbon paper नकला काढण्याकरता उपयोगी काजळी कागद

नत्रिक आम्ल : nitric acid

नळकांडी : cylinders कागद यंत्रावरील पोकळ रूळ

निम्मा : folio

निरेंद्रीय : inorganic

निर्जल : anhydrous

निवड कागदाची : paper sorting

प

पिष्टाभ : धान्यातील चिकट पदार्थ amyiloid

पकड चाप : nip press

पक्की पांजणी : hard-sizing

पचन रसायन : digesting solution

पट्ट्या : straps, blades

पल्प बोर्ड : pulp board २२० जी.एस्.एम्‌पेक्षा जाड कागद

पार्चमेंट : parchment वासराचे कातडे

पार्चमेंट कागद : parchment paper लिहिण्यासाठी तयार केलेले चाम कागद, चर्म कागद

पायस : emulsion

पालाश : potacium

पालाश (पूर्ण) गंधिक : potacium sulphate

पांजणी : sizing कागदास खळ लावणे किंवा बलकात मिसळणे

पांजणीविना : unsized

पापुद्रे निघणे : picking

प्राणवायूकरण : oxidation उर्वण
प्राणीरीफेरा : एक कागदोपयोगी वनस्पती
पिंजारणे : tease out
पिष्टमय पदार्थ : starch
पिसड यंत्र : breaking machine
पाण्याची जिल्हाई : water finish पाणीमारून यंत्रातच केलेली जिल्हई
पूर्ण रीम : perfect ream ५१६ कागद असलेले रीम
पेक्टो : pecto सेल्युलोज, कलिक रूप शार्कर द्रव्ये असलेला सेल्युलोजचा प्रकार
पेपर मॅशे : कागदापासून केलेला लगदा
पोटॅशियम क्रोमेट : potasium chromate पालाश धूपीन

फ

फाटके कागद : broke
फोपसा कागद : feather-weight paper
फोपसेपणा : bulkiness
फाटणे : rupture
फ्लॅक्स : flacks अळशीचा वाख
फॉस्फर ब्राँझ : कासे, पंचधातू
फिनिशींग सिलींडर्स : finishing cylinders जिल्हई रूळ
फ्लो बॉक्स : flow box बलक-प्रवाह पेटी

ब

बलक : half-stuff
बँक : bank पातळ लिहिण्याचा कागद
बहुजाळी यंत्र : twin-wire machine
बँकनोट कागद : bank note चलनी नोटा छापण्याचा कागद
बाँड कागद : bond लिहिण्याचे मजबूत कागद
बुसेनेशीया : एक कागदोपयोगी वनस्पती
ब्लँक फॅक्स : blanc faxe कागदास लावायच्या लुकणातील द्रव्य
ब्रशफिनिश : कुंचल्याने जिल्हई देणे
बर्स्ट : burst स्फोटन
बर्स्ट फॅक्टर : burst factor कागद मजबूती मापन
बुक : book पुस्तक, टयूटन लोकांनी बीचऱ्या ढलप्यांवर लिहिलेल्या पुस्तकावरून हा शब्द निघाला. beech bace boe bucke book
बेरिटावॉटर : barium hydroxide
ब्रोक : broke खराब कागद

भ

भट्टी : oven
भर : loading
भारता : substance
भारदगंधक : berium sulphate
भारद हरक : berium chloride
भित्ती कागद : poster paper
भूस : fluff

म

मग्न : magnesium
मग्नगंधिक : magnesium sulphate
मग्नशैलक : magnesium silicate
मजबूती : strength

मध्यम रीम : retree
मलपृष्ठ : jacket
मॅनिला हेम्प : manila hemp
(*musa textilis*)
केळयाच्या जातीचे, फिलीपाइन्स मध्ये वाढणारे झुडूप
मेणाचे कागद : waxed papers
मोजणी : counting
माध्यम (शाईतील) : vehicle
मानक : standard
मिलबोर्ड : millboard
शीडांच्या कापडापासून बनवलेला टणक पुठ्ठा
मूलग्राही : basic
मूस : crucible

य

यशद हरद : zinc chloride
यंत्रात लुकण लावणे : machine coating
यंत्रगत पांजणी : engine sizing
यंत्र जिल्हई : machine finish
यंत्रसिद्ध (कागद) : machine made (paper)
यांत्रिक रांधा :
mechanical wood pulp
यांत्रिक प्रक्रिया : mechanical process

र

रंग द्रव्य : pigment पिंजक
रंग हरण : bleaching
राळ : rezin झाडाचा चीक
रापवणे: seasoning, conditioning
रासायनिक रांधा : chemical wood pulp
रासायनिक प्रक्रिया : chemical process
री-रीलींग : re-reeling
मोठे गुंडाळे उलगडून कागदी नळकांड्यांवर जरूर त्या रूंदीची गुंडाळी बांधणे
रुंदीत विभागणे : slitting
रुंदीशी समांतर : cross direction
रूळात दाबून जिल्हई : hot-pressed
रेणू : molecule
रोटरी कटर : rotary cutter रीळा-तील कागदाचे तुकडे करणारे यंत्र
लंबगोल कुटणा : Hollander beater
लांबीशी समांतर : machine direction
लिग्निन : lignin कर्ब आणि त्रिहील-घटा धूपीन यांचे अरवकी मिश्रण
लिफाफे : envelopes
लिहिण्याचे कागद : writings
लीनन : linen सणाचे कापड
सणाचे तंतू : bast fibers
लुकण : coating
लुकणी कला कागद : coated art papers
लेदरेट : leatherette चांबड्यासारखा दिसणारा कागद
लोफ्ट ड्राइड : उंचावर टांगून वाळव-लेले कागद

व

विद्रवण : solution
वाढ : stretch ताण

विप्लव बिन्दू : boiling point
विनाजिल्हई : unfinished
विशेष जिल्हई : super calendered
विदारण : tear टरकाऊन फाडणे
वर्ताळा : spoilage
वाळू हरणी : sand strap
वॉटर ग्लास : sodium silicate
वीण : texture पोत
विरंजनचूर्ण : bleaching powder
वृत्तपत्र कागद : newsprint
वृत्त कागद, जिल्हाईचा : glazed newsprint
वुड फ्री : wood free तीस टक्क्यांहून जास्त यांत्रिक रांधा नसलेला कागद
वेष्टनाचे कागद : cover papers

श

शरीर घटा : physical state
शिळा कागद : litho paper
शोषक पेट्या : suction boxes
शोडषपत्री : सोळा पानी, 16mo
शोषणक्षमता : absorbancy

स

सजल आश्मशैलक : sodium hydrochloride
सदापर्णी : deceduous
सफाई खाते : finishing dept.
सफाई रूळ : finishing rolls
सल्फाइड लाकडी रांधा : sulphatide wood pulp
साजिखार : sodium carbonate
साचा : mould
स्प्रूस : spruce (*picea excelsa*)
स्माल्टस् : smalts तांबूस निळे रंगद्रव्य
सामान्य रीम : broke
सामुद्र उपहरक : sodium hypochloside
सामुद्र गंधक : sodium sulphate
सामुद्र क्षार : caustic soda
स्निग्ध : fatty
सुरकुतणे : cockling
सुरकुती कागद : crape paper
सेल्युलोज : cellulose, तूलीर
सुलोट : cylinder
सुलोट यंत्र : cylinder machine
सुलोट साचा यंत्र : cylinder mould machine
सुके तोंड फोड्रिनियर यंत्राचे : dry end
सुलोट लुकणाचे कागद : cast coated papers
सूक्ष्म ठसे : half tone, fine screen
सेंद्रीय : organic
सोडियम सल्फेट : आश्मगंधिक
सोडा अॅश : अशुद्ध साजीखार
सोडियम हैड्रॉक्साइड : सामुद्र ऊजद
सोडियम सिलिकेट : सामुद्र सैकतिक
सोलणे : plucking
सोडाखार : salt cake

ह

हरकाम्ल : hydrocloric acid
हरणी : drains
ह्युमिडिटी : humidity हवेतील आर्द्रता
हरवायू : chlorine gas

हवा पोकळी : air space
हातकागद : hand-made papers
हाताळणे : handling
हैड्रोक्लोराइड : उपहारिक
हैड्रोसेल्युलोज : उजद तूलीर
हेम्प : hemp अंबाडी

क्ष

क्षारविद्रव : caustic solution
क्षारप्रक्रिया : soda process

सूची

महाराष्ट्र राज्य साहित्य आणि संस्कृती मंडळ प्रकाशन

